MAGYAR KÖZTÁRSASÁG

ELSŐBBSÉGI TANÚSÍTVÁNY

Ügyszám: P0301368

A Magyar Szabadalmi Hivatal tanúsítja, hogy

AMT Advanced Multimedia Technology AB., Karlshamn (SE),

Magyarországon

2003. 05. 20. napján 19241/03 iktatószám alatt,

Eljárás és berendezés mozgóképadatok tömörítésére

című találmányt jelentett be szabadalmazásra.

Az idefűzött másolat a bejelentéssel egyidejűleg benyújtott melléklettel mindenben megegyezik.

Budapest, 2004. év 06. hó 24. napján

A kiadmány hiteléül: Szabó Emilné osztályvezető-helyettes

The Hungarian Patent Office certifies in this priority certificate that the said applicant(s) filed a patent application at the specified date under the indicated title, application number and registration number. The attached photocopy is a true copy of specification filed with the application.

S. B. G. & K.
Szabadalmi Ügyvivői Iroda
H-1062 Budapest, Andrássy út 113.
Telefon: 461-1000, Fax: 461-1099

Eljárás és berendezés mozgókép adatok tömörítésére

P 03 01 368

AMT AB, Karlshamn, SE

2003 -05- 20

Háttér:

Az 1990-es évek elején kidolgoztak egy MPEG1 néven ismert videó kódoló rendszert ami le tudta redukálni a digitális videó adat mennyiséget kb. 1/30 részere. Ez a rendszer kvalitás problémái miatt tovább lett fejlesztve az MPEG2 néven ismert videókódolóra, és ezt a kódolót DVD es DVB rendszerekben alkalmazzák elsősorban. Az MPEG4 néven ismert továbbfejlesztett változat elsősorban internet jelegű úgynevezett streaming médiákhoz készült.

E szabadalom célja egy nagy effektivitású videókódoló rendszer javasolt bemutatása ami lehetővé teszi mozgó videóadat tárolását félvezető memóriákban is, és ez által lehetővé teszi a számítógép piacon elterjedt alacsony árú ram memóriák alkalmazását videó tárolására. Ilyen nem mechanikus ,nem mozgó tároló rendszer előnyösen alkalmazható televíziós készülékeben, műhold és kábel tv un. settop boxokban a program anyag ideiglenes (átmeneti) tárolására, és a hagyományos szalagos videómagnót kiváltására. A kódoló rendszer szintén előnyösen alkalmazható a videókamerákban lévő mechanikus szalagos felvevő rendszer helyettesítésére a digitális videóadatnak Flash memóriában való tárolásával.

A javasolt **Hibrid Videó Kompresszió** kódoló rendszer lehetővé teszi jó vizuális kvalitással 300-600 kbit/s sávszélességre való csökkentését, ami két órás videóadatnál nem több mint ca 4-500 Mbyte tárolási kapacitás igényt jelent..

A mozgóképek kódolására több ismert rendszer létezik.

A mozgóképek kódolása során a kódolt adatmennyiség dinamikusan változik a megadott minimális és maximális határértékek között hogy tartható legyen a kívánt minőség illetve a kívánt totális adat hossz.

A program szabályozza a kompressziót annak megfelelően hogy x képből álló szekvencia mekkora átlag hosszt adott.

Amennyiben az átlag hossz nagyobb az előző átlagnál növeli ha kisebb csökkenti a kompressziót a minimum ill. maximum határértéken belül.

A kompresszió növelése erösebb kvantizációt jelent ami nagyobb hibát és zajt okoz. A hiba gyakran nagyon jól látható és zavaró lesz különössen 1Mb/s alatt.

Mivel minden kép komprimálhatósága változó azonos minőség esetén a kívánt átlag hossz nehezen tartható.

A minimum és maximum értékeket nem állíthatjuk túl nagyra mivel a szabályozási tartomány is túl nagy lesz és a kapott teljes hossz is túl széles

skálában változhat.
Gyakori eset hogy a beállított minimum érték nem elegendő a kívánt minőség tartásához és szükségessé válna további csökkentés.
A problémák kiküszöbölése végett a találmány egy megvalósítása szerint bevezetjük a *dinamikus skálázás fogalmát*.
Amennyiben a beállított szabályzás nem elegendő a minőség tartásához a program leskálázza a képet akkorára ami már kielégítő eredményt ad majd ezt komprimálja, és dekompresszió esetén rekonstruálja az eredeti méretben.
Ebben az esetben is van minőség csökkenés de elsősorban a képélességben.
Blokkosodás és egyéb tipikus hibák nem jelentkeznek amennyiben a beállított kompresszió nem extrém magas.

Jelölések:

Intra-frame = *Frame ami nem használ semmilyen referenciát közvetlenül DCT és kvantizáció után blokkonként van kódolva.*
I-Frame = *Intra-frame, rövidítése* ***I.***
P-Frame = *Previous frame, rövidítése* ***P.***
B-Frame = *Backward frame, rövidítése* ***B.***
Current = *Aktuális frame (amit kódolunk), rövidítése* ***C.***
MSE = *Measure error.*
Inter-blokk = *Minden blokk ami az előző vagy az utána következő referencia frame blokkjai segítségével let létrehozva. Az inter-blokk tehát minden olyan blokk ami P vagy B vagy a kettő lineárissan interpolált áltagából készült.*
Az inter-blokk tehát egy álltalános kifejezés ami ***P*** *vagy* ***B*** *eljárást takar és olyan esetekben alkalmazzuk amikor lényegtelen a leírás szempontjából hogy milyen a konktét tipusa.*

Amennyiben blokkokról beszélünk az I,P,B a kezdő betük által jelzett frame tipushoz tartozó blokkot jelöli. A továbbiakban minden esetben külön jelezzük ha eltérunk ettől a jelölésektől.

Az egyik leginkább elterjedt rendszer a video adatok sűrítésére az MPEG.
(1. ábra)
Tekintsük át röviden a működését.
A rendszer az egymás utáni képekből csak a megváltozott részeket kódolja.
Ezt a gyakorlatban úgy valósítja meg hogy a képeket felbontja blokkokra és összehasonlítja az előtte levő ill. az utána következő képekben lévő blokkokkal.
(2. ábra)
Az összehasonlításhoz a következő összefüggést használják:

$$MSE(k,l;u,v)=\frac{1}{MN}\sum_{i=0}^{M-1}\sum_{j=0}^{N-1}(I_n(k+i,l+j)-I_{n-1}(k+i+u,l+j+v))^2$$

Az előtte és az utána következő képeket nevezzük egységesen referencia képeknek.
A keresés során a referencia képen létrehoz egy keresési tartományt -32/32 mérettel.
Az aktuális blokk pozíciója lesz a középpont.
Vagyis ha éppen a 10,10 pozíciónál tartunk akkor a referencia képben ez a pozíció lesz a középpontja a tartománynak.
A tartományon végig lépteti az aktuális blokkot és minden lépésnél kiszámítja a hibát.
Az a pozíció lesz a legjobb jelölt ahol a legkisebb hibát kaptuk.
A kapott hiba nagysága alapján eldönthető hogy a keresés sikeres vagy sem.
Sikeres keresés esetén megkaptuk teljes képpont felbontásban a kereset pozíciót viszont a kapott eredmény még nem kielégítő.
Ha megvizsgáljuk láthatjuk hogy a mérési módszer az oka a hibának.
Például zajos kép esetén a legjobbnak ítélt pozíción a két blokk nem biztos hogy tökéletessen fedi egymást mivel a zaj miatt a blokkok információ tartalma különböző.
Ahoz hogy a blokkok jól fedjék egymást ki kell szürni a zavaró tényezőket.
A hibák kiszűrésére aluláteresztő szűrőket alkalmazznak.
A szűrők a beállított minavételezési frekvencia alapján csillapítják a magas frekvenciás komponenseket vagyis elnyomják a zajt.
Gyakorlatilag átlagolnak minden pixelt a mellete vagy alatta lévővel vagy mind a kettővel és ezáltal kompenzálják a hibákat. (ún. **1/2 pixel felbontás)**

A hibák kompenzálására bilineáris szűrő javasolt.
Minden referencia képből létrehoznak három interpolált (szűrt) referencia képet.
Horizontálisan interpolált vertikálisan interpolált ill. mindkét irányban interpolált képet.

A következő fázisban ½ pixel pontossággal folytatjuk a keresést.
A megtalált x,y pozíció utolsó bitjeiből létrehoznak egy szelektort ami kiválasztja a kívánt interpolált képet. S = (y & 1) * 2 + x & 1.
Létrehozunk az első fázis által megtalált pozícióval a középpontban egy új keresési tartományt -1/+1, -1/+1 határértékkel. (x + (-1/+1), y + (-1/+1)).
Ebben a tartományban újra indítjuk a keresést.
A szelektor kiválasztja a pozíciók alapján az szükséges interpolált referencia képet és a pozíciók által mutatott blokkot a képben és elvégezi a négyzetes hiba kiszámítását az aktuális blokkhoz képest.
A keresés végén azt a pozíciót tartja meg ami a legkisebb hibát adta.

Az aktuális blokkot tehát abból az interpolált blokkból fogjuk kivonni amire a szelektor mutatott amikor a legkisebb hibát kaptuk. (**3. ábra**)
A továbbiakban ha a keresés sikeres volt a kapott különbségeket ha pedig sikertelen magát az aktuális blokkot Diszkrét Koszinusz Transzformációval idő reprezentációról frekvencia reprezentációra alakítjuk majd csökkentjük a felesleges precizitását (kvantízáció.)
Az így kapott értékek nagy része nulla lesz ami entrópia kódolással hatékonyan kódolható a kapott pozícióval együtt. (**4-5. ábra**)

Mivel a dekódolásnál nem áll rendelkezésre az eredeti kép mint referencia így csak egy már dekódolt képet használhatunk annak.
Szükségszerű már a kódolás során a referencia képeket a kódolt képből létrehozni. Ezt úgy érhetjük el legegyszerűbben ha rögtön a kvantízáció után elvégezzük az inverz kvantízációt és inverz DCT.

Amennyiben a keresés sikeres volt az előzőekben hozzáadjuk a megtalált referencia blokkot a vissza transzformálthoz. A vissza transzformált blokkot az aktuális kép aktuális pozíciójába írjuk. Az aktuális kép minden blokkja frissítve lesz mivel az így létrehozott kép lesz a következő kép referenciája.

Sikeres keresés esetén a blokk **inter** egyébként **intra** blokknak lesz minősítve.
Ez szükséges a dekódernek hogy tudja milyen módón lett a blokk létrehozva a kódolás során.Ezen az elven vannak a képek is minősítve.
Ha a képnek nincsen referenciája vagy a kép teljesen megváltozott a referenciákhoz képest akkor az egész kép DCT -val van transzformálva és "**I-Frame**-nek" van minősítve. Amennyiben a kép csak az előző képet használhatja referenciának "**P-Frame**-nek" van minősítve.Ha pedig mind az előzőt mind az utána következőt használhatja referenciának "**B-Frame**-nek" van minősítve.

B képtípus esetén mind az előzőben mind az utána következőben keresés azt tartja meg ami a kisebb hibát adta vagy a kettő lineárisan interpolált átlagát

Először a kiszámítja a megtalált **P** és **C** blokk MSE értékét majd a megtalált **F** és **C** blokk MSE értékét. A következőkben kiszámítja 0.5 * (**P** + **F**) képlettel előállított blokk és a **C** MSE értékét. A három alternatíva közül azt a blokkot kódolja ahol a legkisebb MSE értéket kaptuk.Vagyis ha a megelőzőhöz viszonyítva adta a jobb eredményt akkor a **P** blokk lesz a referencia ha az utána következő adta a jobb eredményt akkor az **F** blokk ha pedig az **F** és a **P** átlaga akkormindkettő. Ha a három alternatíva közül egyik sem teljesül akkor intra blokként lesz kódolva. Minden esetben a blokk leíró

struktúrában jelezni kell hogy honnan származik a referencia vagyis milyen módon lett kódolva. **(6. ábra)**

A "P" típusnak a sajátossága hogy referenciának csak "I" vagy "P" típust használhat.
A "B" típusnak a sajátossága hogy referenciának csak „P" típust használhat.

Sikeres keresés esetén a kapott pozíciókat vektorokká konvertáljuk és kódoljuk.
A vektorok tehát megadják hogy a blokk a referenciához képest mennyit és milyen irányban mozdult el.
A DCT meglétét a következő tények igazolják.
Ha a koefficiensek egy részét töröljük (nullázzuk) az inverz transzformáció képes igen jó közelítéssel rekonstruálni az eredeti adatokat.
Felmerülhet a kérdés miért DCT alkalmazunk amikor a DCT az FFT -nek egy változata.
A válasz az hogy jobb a függvény közelítése mint az FFT-nek. **(7. ábra)**
A **kvantízáció** feladata a felesleges pontosság (részletezettség) csökkentése.
Ha közelebbről megvizsgáljuk a blokkot látjuk hogy a blokkban sok olyan részlet van amit a szemünk nem érzékel mivel az emberi szem érzékenysége az alacsony frekvenciás komponensek felé növekszik.
Ha tehát a magasabb frekvenciás komponenseket erősebben elnyomjuk mint az alacsonyabbakat a képen egy határig nem látható változás viszont a komprimálhatósága növekedett. Ezt a típusú kvantízációt használja az MPEG1-2.
A másik módszer az hogy nem vesszük figyelembe a koefficiensek frekvencia elrendezését minden koefficienst konstans értékkel osztunk. (H26x – MPEG4)
A kvantízációnak a legfontosabb feladata a koefficiensek bitjeinek a csökkentése vagyis minél kevesebb bittel leírni azt.
Minél kevesebb bittel tudjuk a koefficienst leírni annál jobban növeljük a komprimálhatóságát viszont az egész számú osztásból eredő hiba is annál inkább növekszik.
A bitek számának csökkentésére további módszerek lehetségesek.
DC **(delta code)** predikció ami arra az elvre épül hogy az egymás után következő blokkok 0. pozícióján lévő értékek csak kevéssel térnek el egymástól. Vagyis a bitek száma csökkenthető ha kivonjuk ezeket egymásból. (A 0. pozíción lévő értéket **DC**-nek még a többit **AC**-nek neveznek).
AC predikció hasonló a DC-hez csak különböző irányokban kérdezik le a koefficienseket és különböző módszerekkel átlagolják azokat.

Az AC/DC predikciónak több lehetséges megoldása van ezeket itt nem részletezzük.

A predikción itt olyan reverzibilis matemaikai összefüggést értünk ami alapvetően átlagolásokra épül valamint az eredeti értéket jó közelítéssel adja vissza.

A hagyományos entrópia kódoló

A videó technikában leggyakrabban az Huffman kódolást alkalmazzák.
A videó technikában alkalmazott Huffmannal kódolással elérhető eredmények a módszer elméleti teljesítményénél rosszabbak, mivel teljesen statikus és a kódolandó adatokhoz hozzárendelt valószínűségek pontatlanok. Az entrópia kódolások hatékonyabbak, ha adaptívak.
Az eljárás alkalmazását egyetlen tény igazolja a nagy sebesség mivel semmi mást nem kell csinálnia mint kimásolni a táblázatból a karakterhez tartozó kódot.
A találmány szerinti tömörítési eljárásban az ún. aritmetikai kódolás egy adaptív változatát használjuk.

Hibrid Videó Kompresszió Leírása

A megvalósított kompresszor hierarchikusan felépített dinamikusan változó méretű blokkra épülő eljárás. A keresés során nem csak az előtte lévő ill. az utána következő referencia képet használhatja hanem az azt megelőző ill. az azután következőket is maximum +-3 szint mélységben.
Magas szintű mozgás kompenzálás valósít meg ½ től 1/16 pixel felbontásig.
Az entrópia kompresszor neurális vagy diszkrét predikcióra épülő optimalizált aritmetikai kompresszor.
(8. ábra)

<u>Néhany szó a predikció fogalmához.</u>
Predikción olyan reverzibilis matematikai összefüggést értünk ami tipikussan átlagolásokra épül.
Ennek következtében a visszaállításnal csak közelítő pontossággal tudjuk vissza kapni a kivánt értéket. Mondhatjuk úgyis hogy "megjósoljuk" a várt értéket. A gyakorlatban természetesen egy függvényt használunk ami a számításokat az átlagolások alapján elvégzi.

A Intrapredikció alatt olyan reverzibilis matematikai összefüggést értünk ami a két blokk segítségével az aktuális blokk pixel értékeit csökkenti vagy kinullázza.

Két teljesen különböző predikciós rendszerre hivatkozunk a leírásban:
1, Az Intra képeknél mint intra predikció valamint
2, A neurális entrópia kódolásnál alkalmazott predikció.
Az egész dokumentben minden esetben az 1. predikcióra hivatkozunk kivéve azokat a részeket ahol a neurális entrópia kódólásról van szó.

Intraprediktiv kódolás. (I típus)
Az Y blokk mérete 16x16 vagy 16db 4x4-es blokk.
Az UV blokk mérete 4 db 4x4-es blokk. Hasonló a H26L definícióban leírtakkal.
A predikció arra a megfigyelésre épül hogy a szomszédos blokkok térbeli korrelációi felhasználhatók a redukcióra mivel ezeknek azonos tulajdonságaik vannak.
A predikció az aktuális blokk előtt lévő függőleges vagy a felette lévő blokk vízszintes sorával vagy mindkettővel valósul meg.(**9. ábra**)

A függőleges sort nevezzük **B**-nek a vízszintest **A**-nak.

A 16x16 blokk predikciója
A predikciónak négy lehetséges típusa definiált.

1. **DC predikció**.

Ha létezik A és B akkor
$S0 = \Sigma (Aj + Bj + 16) / 32$
különben ha csak az A létezik
$S0 = \Sigma (Aj + 8) / 16$
különben ha csak az B létezik
$S0 = \Sigma (Bj + 8) / 16$
Különben S0 = 128

DCP(j,i) = IB(j,i) – S0 ahol j=0..15, i=0..15 (IB aktuális blokk, DCP prediktált blokk)

2. **Vízszintes predikció**

DCP(j,i) = IB(j,i) - A(i) hol j=0..15, i=0..15

3. **Függőleges predikció**

DCP(j,i) = IB(j,i) - B(i) hol j=0..15, i=0..15

4. **Plan predikció**

$v = 5 * ((\Sigma ((A_{(j+7)} - A_{(j-7)}) * j)) / 4) / 4$

$h = 5 * ((\Sigma ((B_{(j+7)} - B_{(j-7)}) * j)) / 4) / 4$

$k = A_{(15)} + B_{(15)}$

$T(j,i) = (k + (i-7) * h + (j-7) * v + 16) / 32$

DCP(j,i) = IB(j,i) - T(i) ahol j=0..15, i=0..15

A 4x4-es blokk predikciója

A predikciónak hat lehetséges típusa definiált.

1. **DC predikció**.

Ha létezik A és B akkor

$S0 = \Sigma (Aj + Bj + 4) / 8$

különben ha csak az A létezik

$S0 = \Sigma (Aj + 2) / 4$

különben ha csak az B létezik

$S0 = \Sigma (Bj + 2) / 4$

Különben S0 = 128

DCP(j,i) = IB(j,i) – S0 ahol j=0..3, i=0..3 (IB aktuális blokk, DCP prediktált blokk)

2. **Vízszintes predikció**

DCP(j,i) = IB(j,i) - A(i) hol j=0..3, i=0..3

3. **Függőleges predikció**

DCP(j,i) = IB(j,i) - B(i) hol j=0..3, i=0..3

4. **Diagonális vízszintessel és függőlegessel**

T(0,0)=(B(3) + 2 * B(2) + B(1) +2) / 4
T(1,0)=(B(2) + 2 * B(1) + B(0) +2) / 4
T(2,0)=(B(1) + 2 * B(0) + A(-1) +2) / 4
T(3,0)=(B(0) + 2 * A(-1)+ A(0) +2) / 4
T(4,0)=(A(-1)+ 2 * A(0) + A(1) +2) / 4
T(5,0)=(A(0) + 2 * A(1) + A(2) +2) / 4
T(6,0)=(A(1)+ 2 * A(2) + A(3) +2) / 4

DCP(j,i) = IB(j,i) - T(j-i+3) ahol j=0..3, i=0..3

5. **Diagonális függőlegessel**

T(j,i) = A(3) ahol j=0..3, i=0..3
T(0,0) =(A(0) + A(1)) / 2

T(1,0) = A(1)
T(0,1) = T(2,0) = (A(1) + A(2)) / 2
T(1,1) = T(3,0) = A(2)
T(0,2) = T(2,1) = (A(2) + A(3)) / 2

DCP(j,i) = IB(j,i) - T(j,i) ahol j=0..3, i=0..3

6. **Diagonális vízszintessel**

T(j,i) = B(3) ahol j=0..3, i=0..3
T(0,0) =(B(0) + B(1)) / 2
T(0,1) = B(1)
T(1,0) = T(0,2) = (B(1) + B(2)) / 2
T(1,1) = T(0,3) = B(2)
T(2,0) = T(1,2) = (B(2) + B(3)) / 2

DCP(j,i) = IB(j,i) - T(j,i) ahol j=0..3, i=0..3

Az első lépésben 16x16-os blokkal kezdjük a feldolgozást.
Elvégezzük a predikciót minden módban és minden prediktált blokkot tárolunk.
A blokkokat transzformáljuk kvantízáljuk és az entrópia kódolóval komprimáljuk teszt módban. Teszt módban a tanulás letiltott és a kimenetett nem tároljuk el csak a kapott hosszt.
A blokkot a következőképpen dolgozzuk fel:
DCT -> Q -> IQ -> IDCT -> IP
Kiszámítjuk visszaállított blokk és az eredeti blokk pixel reprezentációjának a négyzetes hiba arányát.

Azt a transzformált blokkot tartjuk meg ahol a legjobb a hiba arány és a legkisebb a hossz.
A megtartott blokk kvantízált koefficienseit ismételten komprimáljuk de most már normál módban. A következőkben elvégezzük a predikciót és a transzformációkat az UV blokkal is miután az Y blokkot kódoltuk.
Az UV predikciója annyiban tér el az előzőktől hogy csak a DC predikció definiált.
Amennyiben a kapott legjobb hiba arány nagyobb mint a megengedett legnagyobb hiba érték akkor töröljük az előző eredményeket az UV kivételével és megismételjük az eljárást 4x4-es blokk mérettel.
A helyes dekódoláshoz szükséges a predikció típusának a rögzítése.
Továbbá ha a kvantízáció után a blokk összes eleme nulla értelmetlen a kódolás elegendő egy bittel jelezni azt (**CBP**).
Minden visszaállított blokkot beírunk az új referencia képbe miután megszűrtük anti-blokk szűréssel.

Az anti-blokk szűrésnek a feladata hogy megszüntesse a blokkosodást vagyis a blokkról blokkra történő átmenet ne legyen érzékelhető.
Nézzük a fejléc leírását:
A 16x16 blokk kezdetén kódoljuk a blokk típusát 0 vagy 1.
Nulla esetén a blokk 16x16-os mérettel lett kódolva ellenkező esetben 16db 4x4-es részblokkonként lett kódolva.
Következő CBP és a prediktor típusának a kódolása
A 16x16 blokk esetén CBPPT = CBP * 8 + PREDTYPE különben
4x4 blokk esetén CBPPT = CBP * 4 + PREDTYPE
A CBPPT minden blokkhoz vagy részblokkhoz kiküldjük.
UV blokkok esetén csak a CBP kódoljuk.

A változások keresése

Mint az előzőekben jeleztük az eljárás VBSM technikára épül.
Az általunk használt lehetséges legnagyobb blokk mérete 64x64.
Ez többek között azt is jelenti hogy a kép méretének 64-el oszthatónak kell lenni.
Amennyiben ez nem áll fent a kép széleihez hozzákell adni annyi képpontot hogy a feltétel igaz legyen.
Mit kapunk ezzel a technikával. Mindenek előtt a mozgás vektorok számának a csökkenését.
Ha pl. a híradót nézzük ideális eseten többnyire csak a bemondó arca változik.
Egy 768x576-os kép esetén 16x16-os blokkal 1728 vektort kell kódolni.
Még 64x64-es blokkal ~118 vagyis az 1/15 része.
Ez természetesen extrém eset, normális esetre nézve 40-60% -os csökkenésre számíthatunk. (**10. ábra**)
A 64x64 természetesen a választható legnagyobb blokk méret.
A rendszer folyamatossan átlagolja a legnagyobb blokkal történő keresés hiba arányait és amennyiben egy megadott idő alatt a hiba túl nagy csökkenti a blokk méreteit a következő képtől kezdődően.
A legnagyobb blokk semmi esetre sem lesz 16x16-nál kisebb.
Ennek elsősorban a keresésre ráfordított idő szempontjából van jelentősége.
Némileg javítja a minőséget is de nem számottevően mivel a 64x64-es blokkat ebben az esetben mindenképpen felbontotta volna kisebbekre.

A blokkok "quad-tree" struktúrával vannak leíva.
Minden 64x64-es blokk egy gyökér ami négy levélre leszármazott blokkra bontható és minden levél tovább bontható négy újabb leszármazottra egészen 4x4-es blokk méretig. (**11. ábra**)
A gyakorlatban a legnagyobb blokkal kezdődik a keresés.

A kereső algoritmus EZPS eljárásra épül.
Nem célunk a EZPS ismertetése mivel ez ismert eljárás.
Gyakorlatilag bármilyen kereső eljárás alakalmazható amennyiben az eljárás MSE kiszámítása a későbbiekben leírt modellre épül.

Az MSE értékeket 4x4-es blokkonként képezi és a végén ezeket az MSE értékeket összegzi. Az igy kapott MSE összeg az egész blokk hiba leírója.
Hiba térképnek nevezzük a 4x4-es blokkok MSE értékeit amit az egész keresés végéig sorrendben egy külön blokkban tárol.

Bemutatunk két eljárást ami csak a referenciák feldolgozásában különbözik

Az keresést az un. "full-search" eljárással ismertetjük ami pontról pontra megegyezik a standard MPEG-nél leírtakkal azzal a különbséggel hogy a keresés során egy lépésben hiba térképet is készit.

1. módszer

1. rész (a blokkok keresése)
Kijelöljük a keresési tartományt a referencia képben és megkeressük azt a pozíciót ahol a legkisebb hibát kapjuk.
A hiba meghatározására a következő összefüggést használjuk.

$$MSE(k,l:u,v)=\frac{1}{MN}\sum_{i=0}^{M-1}\sum_{j=0}^{N-1}(I_n(k+i,l+j)-I_{n-1}(k+i+u,l+j+v))^2$$

A hiba számítása során a teljes blokkot 4x4-es régiókra bontottuk. (**12. ábra**)
Minden régiónak külön számítjuk a hiba faktorát majd a végén összegezzük azokat.
Az igy kapott összegzett hiba szám a teljes blokkra vonatkozik.
A keresés során minden esetben amikor találunk egy kisebb hibát mint az eddigi legkisebb az összegzett hibát az összes régió hiba összegével együtt elmentjük.

2. rész (A megtalált legjobb blokk pozició további feldolgozása)
Ha a keresés végén az egész blokkra vonatozó összegzett hiba nagyobb mint a megengedett a a fa struktúrája alapján a következő szintre lépünk 4 részre osztjuk a blokkot és összegezzük a régióhoz tartozó hiba faktorokat.
Ismételten összehasonlítjuk a hibákat a megengedettel majd szükség esetén tovább bontjuk a régiókat.

Miután a teljes blokkot feldolgoztuk rendelkezésünkre áll a teljes blokk hiba térképe a fa stukturája alapján.
Felolvassuk a teljes fát és vissza propagáljuk a hibákat a magasabb régiók felé.
Vagyis a kapott hibák és az aktuális régióhoz tartozó hiba maximum deviációjának segítségével meghatározzuk azt a legmagasabb régiót ahol a keresést a legérdemesebb megismételni.
A rendszer folyamatosan ellenőrzi hogy van -e értelme a visszalépésnek vagy sem.
Ha például csak két hibás 4x4-es blokkunk van a két régióval való visszalépésnél nincs értelme a visszalépést elvégezni mivel nincs arányban a ráfordított munka a nyereséggel.
Ilyen esetekben csak a hibás 4x4-es régiókon ismételjük meg a keresést.
A feldolgozás befejezésekor mindazokat a régiokat amelyeknek az MSE értéke nem kielégítő tovább keressük a következő referencia képben.

A keresés a következő alternatívák közül valósul meg.

1. Keresés csak az előző P képtípusokban.
2. Keresés csak az előző B képtípusokban.
3. Keresés az előző és az utána következő mozgás kompenzált referenciákban.

B típus nem használható ebben az esetben referenciaként.

Az első és a harmadik esetben esetben kombinálhatja a blokkokat egymással.
A keresés mindig a legközelebbi P referenciával kezdődik ha nem ad kielégítő eredményt a távolabbi P referenciával folytatja majd ha ez sem kielégítő akkor kombinálja a két referencia legjobb jelöltjeit egymással.
Ha így sem kielégítő tovább lép a 2. ill. 3. alternatívára.
(13. ábra)
Amennyiben a keresés végén egyik refereciával sem kapunk kielégítő eredményt megjelőljük a blokkot mint intra blokkot és az intra frame-nél leírtak szerint kódoljuk.
Minden esetben ha egy referencia kép I típusból származik az összes előtte lévő referencia törölve lett. Vagyis a keresés visszafelé csak eddig a képig tarthat.
Ez szükséges mivel az I típus csak akkor keletkezik ha a képmező teljesen megváltozott az előzőekhez képest.
Vagyis eleve nem lennének használhatóak a pillanatnyi képhez képest mivel a tartalmuk teljesen más.

2. módszer

1. rész: megegyezik az 1. módszer 1. részével.

2. rész
A keresés végén kiértékeljük a kapott négyzetes összeget és ha benne van az elfogatható tartományba aminek a határértékei nagyon szigorúak akkor a keresést befejeztük.
Ellenkező esetben folytatjuk a keresést a többi referenciában is.
Ha egyik referencia sem adott a nagy blokk mértettel kielégítő eredményt akkor azzal a referenciával folytatjuk ahol a legkisebb négyzetes összeget kaptuk.
A blokkot felbontjuk 4 régióra majd a régiókhoz tartózó hiba térképből származó négyzetes hibákat összegezzük.
Ezek alapján eldöntjük hogy melyik régiók a hibásak.
Ezeket a fent leírt módon tovább bontjuk addig amig az összes blokk elfogadhatóvá nem válik vagy elértük a legkisebb blokkot.
Ha tehát a hiba továbbra is fenn áll akkor vissza propagálja a hibát a egy vagy két lépéssel a magassabb régiok felé vagyis megkeresi azt a nagyobb blokkot ami tartalmazza a hibát.
Ezt a régiót összehasonlítja a többi referencia kép azonos régióival.
Ha valamelyik referencia képben a régió elfogadható akkor ezt felhasználja.
Ellenkező esetben elvégzi a keresét a hibás régióval.
Ha a keresés után a régió továbbra is hibás akkor visszamegy arra a referencia képre ahol a legkissebb méretű hibás régiók a legkissebb hibát mutatják és a program megvizsgálja a hibás régiók elhelyezkedését. Ha a hibás régiók egymás alatt vagy egymás mellet helyezkednek el összevonja a hibás régiókat és megismétli a keresést az összevont régiókkal.
Amennyiben a hiba még mindig fenáll és a státusz információk azt mutatják hogy a lineáris interpoláció megengedett interpolálja a hibás blokkokat a két legjobb referencia kép blokkjaival.

Elenkező esetben kódólja a blokkot intra prediktiv módon az I képtítúsnál leírtak szerint.

Mint leírtuk a keresés EZPS eljárásra épül de úgyanigy alkalmazható más gyors kereső eljárás is "Diamond" stb.
Mind a két módszer végén a régiók méretének az optimalizálása következik.
Összevonja azokat a régiokat ahol men volt szükség a keresés megismétlésére.

A bemutatott rendszer hatékonyan lecsökkenti a felesleges keresések és mozgás vektorok számát.
A második módszernek nagyobb a számítási igénye mivel teljes blokk mérettel egyszer el kell végeznie a keresést a referecia képekben.
A referencia képek felhasználásának a szabályai azonosak az első módszerrel.

<u>1. és 2. módszer 3. rész:</u> mozgás kompenzálás

Minden megtalált blokkhoz adaptáljuk a mozgás kompenzálást vagyis elvégezzük a keresést ½ ¼ 1/8 és 1/16-od pixel felbontásban a blokkok méretei és a beállított precizitás alapján. Másszóval ha a blokk mérete 16x16, ¼ pixel lesz a legnagyobb

precizítás amennyiben ez megengedett. Nagyobb blokkok esetén csökken a precizitás még kisebb blokkok esetén növekedik.
A kompenzált blokkokat kivonjuk az eredeti blokkokból és egy átmeneti 64x64-es blokkba írjuk ugyanazokra a pozíciókra ahogy az eredetiben is szerepel.
Miután az eredeti 64x64-es blokk minden részét feldolgoztuk prediktáljuk az átmeneti blokkot a fa struktúrája alapján az intra predikciónál leírtak szerint azzal a különbséggel hogy a predikció 8x8-as méretre is definiált.
Minden prediktált blokkot DCT transzformációval transzformálunk kvantízálunk majd entrópia kódolással kódolunk továbbá a kódoló kimenő kódjait nem tartjuk meg csak a kód hosszát írjuk le.
A kódoló teszt módban működik ami azt jelenti hogy a tanulás letiltott nem módosíthatja az adatbázisát.
Ez nyilvánvalóan hibát okoz de arra jó hogy meghatározzuk hogy melyik predikció adja a legrövidebb kódot.
Minden blokk ami 16x16-nál nagyobb 16x16-os részblokkra van bontva és minden részblokk eszerint van prediktálva és kódolva.
Minden intra blokk kivan zárva a predikcióból tehát a szomszédos blokkok predikciója során nem használhatja fel az intra blokk adatait.
A tesztelésnek az első lépése az hogy predikció nélkül kódoljuk majd predikcióval.
Miután elvégeztük a blokk tesztelését azt a módot tartjuk meg ahol a legkisebb hibát és a legrövidebb kódot kaptuk.
Ismételten elvégezzük az entrópia kódolást a kiválasztott mód transzformáltjain de most már normál módban tanulással.
A DCT DC érékeit kivonjuk egymásból de csak az azonos méretű blokkból.

A fent leírt eljárás igen hatékony de legrosszabb esetben ha a 64x64-es blokkban nagyon sok a 4x4-es részblokk és nagyon sok lesz a predikció típusát leíró adat is.

Ennek csökkentésére kidolgoztunk egy alternatív eljárást is.
Miután az eredeti 64x64-es blokk minden részét feldolgoztuk az átmeneti blokkot 16x16-os blokkokra bontjuk majd elvégezzük a predikciókat a blokkokra.

Ha valamelyik 16x16-os blokk intra blokkot tartalmaz azt kizárjuk a 16x16-os predikcióból és 4x4-es méretű predikcióval dolgozzuk fel a benne lévő nem intra blokkokat.
A továbbiakban az átmeneti blokkot az eredeti részblokk méreteivel transzformáljuk és kódoljuk.

A leírt eljárás mindkét alternatívája elsősorban P képtípusokra vonatkozik.

B képtípus esetén annyiban módosul hogy a mozgás kompenzálásnak ki kell terjedni az UV szín felületekre is, továbbá mivel az előtte és az utána következő képekben lévő blokkok átlagát is képezheti az átlagolásnak a hiba képzését meg kell előznie ugyanis az átlagolt blokk és az eredeti blokk különbségéből származtatjuk a hibát.

A felhasználható referenciák száma.
Elvileg nincsen akadálya a keresésnek még több referencia képben viszont sokkal nagyobb processzor teljesítményt igényelne.
Ha megvizsgáljuk látjuk hogy egy processzor aminek 1 órajel ciklus szükséges minden utasítás feldolgozásához CIF(352x288) felbontásban 16x16-os blokkokkal számolva 640Mhz-es órajelre lenne szüksége a keresés megvalósításához.
A modern processzorok képesek 16 instrukciót egyidejűleg feldolgozni így 41Mhz elegendő volna. B képtípus esetén a duplájára lenne szükség hiszen kettő referencia képen kell keresni ha pedig 4 referencia képünk van akkor a négyszerese.
Ez 160Mhz CIF felbontásban még teljes felbontásban ennek a négyszerese.

A mozgás kompenzálás megvalósítása

A kompenzálás a pillanatnyi megvalósításban ½ ¼ 1/8 1/16 pel felbontású a blokk méretétől függően.
A teszek azt mutatják hogy nincs értelme 8x8-as blokk méret felett ¼ pel felbontásnál nagyobb felbontást alkalmazni ugyanis a megtalált blokk csak megközelíti az eredetit. Más szóval nem a mozgás precizitásában hanem a blokk információ tartalmában van a különbség.
Ilyen esetben nincs értelme a precízebb kompenzálásnak ugyanis nem ad jobb eredményt.
A kompenzálás a gyakorlatban a következőképpen valósul meg.
Az 1/1 felbontásban megtalált legjobb pozíció körül létrehozunk 10 tesztpontot spirális elrendezésben.
Az eredeti blokkot kivonjuk a tesztponton kezdődő n lépésben minta vételezett referencia blokkból. (n=2,4,8,16)
A kapott különbségeket álul-áteresztő szűrővel megszűrjük.
A szűrő tipikusan 6-8 lépcsőből áll a típusát nem részletezzük mivel a konkrét megvalósítása fejlesztés alatt áll.(bevált típusok bikubik, Hadamman és/vagy wienner.
A wienner szűrővel kicsivel jobb képélesség tapasztalható.)

A szűrt blokknak leképezzük a hibáját és abszolút értékben összegezzük azokat.

A hiba leképezésén az eredeti és a szűrt blokk pixeljeinek különbségét kell érteni.
A kapott különbségeket abszolút értékben összegezzük ami a hiba mutató lesz.
(minél kisebb az értéke annál kisebb a hiba.)
Miután mind a 10 pozíciót leteszteltük az a pozíció lesz a legjobb ahol a hiba a legkisebb.
A különböző kompenzálások felbontás szerint sorba vannak kapcsolva.
Amennyiben a a legnagyobb felbontás 1/8 akkor először elvégezzük ½ pixel felbontásban a keresést majd a kapott pozíciótól kezdődően az ¼ -es keresést és az így kapott pozíciótól kezdődően az 1/8 -ost.
A három alternatíva közűl ismét a legkisebb hibát választjuk.
(**14. ábra**)

Az alkalmazott entrópia kódolás

Az aritmetikai eljárás

Az aritmetikai kódolás valós számra épülő eljárás.
A valós szám tartománya 0 és 1 közé esik.
Ezt a tartományt osztjuk fel úgy résztartományokra hogy minden karakter kapjon egy saját tartományt aminek a nagysága az előfordulási gyakoriság szorzata.
PL: az EMMA szó a következőképpen nézne ki:

Karakter gyakoriság tartomány
A 1/4 0.0 - 0.25
E 1/4 0.25 - 0.5
M 2/4 0.5 - 1.0

Az első karakter kódolása annyiból áll hogy a tartománya értékeit betöltjük az L és a H változóba.Miután az első karaktert kódoltuk tudjuk hogy a kimenet 0.25 és 0.5 közé esik. Minden további új karakter módosítani fogja ezt a tartományt.

Minden új tartományt a következő formulával számolunk:
DIFF = H - L
L = L + DIFF * l
H = L + DIFF * h
Ahol l és a h az új karakterhez tartozó tartomány alsó és felső értéke.

A következő karakter amit kódolunk az M
L: 0.25 + (0.5 – 0.25) * 0.5 = 0.375 és
H: 0.25 + (0.5 – 0.25) * 1 = 0.5 lesz.
A következő ismét M
L: 0.375 + (0.5 – 0.375) * 0.5 = 0.4375 és
H: 0.375 + (0.5 – 0.375) * 1 = 0.5 lesz.

És az utolsó az A
L: 0.4375 + (0.5 – 0.4375) * 0.0 = 0.4375 és
H: 0.4375 + (0.5 – 0.4375) * 0.25 = 0.453125 lesz.

Tehát a kódolt üzenet 0.4375 lesz amiből a teljes üzenet rekonstruálható.

A dekódoláshoz szükség van a frekvencia táblára hogy a tartományokat meghatározhassuk. Az első karakter dekódolásához megvizsgáljuk hogy a kapott 0.4375 melyik tartományba esik. Jelen esetben a 0.4375 a 0.25 – 0.5 tartományba esik amihez az E karakter van hozzárendelve.
Következőkben kivonjuk a tartomány alsó felét a 0.4375-ből és elosztjuk a tartomány felső és alsó különbségével. A kapott eredmény 0.75 lesz ami a 0.5-1.0 közé esik és a hozzárendelt karakter M.
Megismételjük az eljárást a 0.75 ami 0.5 fog adni vagyis ismét M lesz.
Ismételjük az eljárást a 0.5-el ami 0.0-át fog adni vagyis a hozzá tartozó tartomány a 0.0– 0.25 amihez az A van rendelve.

A fent leírt eljárás az alapja az aritmetikai kódolásnak.
A gyakorlatban azonban ez nem praktikus mivel valós számokat használ.
Megvalósítható a probléma egész számokkal is de figyelembe kell venni hogy az egészszálmal való ábrázolás korlátozott precizitást jelent.
Tehát előfog fordulni alul és túl csordulás amit a programnak le kell tudni kezelni.

Másodszor nem engedhetjük meg hogy első lépésben a frekvenciát analizálja majd utána kódoljon mivel nem áll rendelkezésünkre minden adat.
Ebből adódóan csak adaptív megvalósítás jöhet számításba.
Megvizsgáltuk hogy milyen megvalósítás lenne az adott problémához a legcélszerűbb és eredményül a bináris aritmetikát kaptuk.
Minden beérkező karaktert felbontunk bitekre és bitenként kódoljuk.
Nézzük hogyan valósul meg egész számokkal.
Létrehozunk két külön frekvencia táblát a nulláknak és az egyeseknek aminek minden elemét 1-el töltünk fel. (N,E) (N=nullák táblázata,E=egyesek táblázata)

p=prediktor
L = 0 H = 2^24 i = 0 (tábla index) n = 0 (bit számláló) C az aktuális karakter

ismétlés ha (n < 8)
Ha (C and 128) = 128 akkor bit = 1 különben bit = 0
i = i * 2 + bit
p = N(i) / (N(i) + E(i))
K = L + (H – L – 1) * p
Ha K = L akkor K = K +1
Ha bit = 1 akkor E(i) = E(i) + 1 és L = K
Ha bit = 0 akkor N(i) = N(i) + 1 és H = K

ismétlés ha (H – L < 256)
H = H – 1
Kiírás (L / 65536) eredményének az alsó byte-ja.
L = L * 256
H = H * 256
Ha L > H akkor H = 2^24
ismétlés vége

n=n-1
C=C * 2
Ha n = 0 akkor i = 0
ismétlés vége
A fent bemutatott eljárás egyenértékű a Huffmannal viszont annál jóval egyszerűbb.
A kódolás hatásfoka a (p) predikciótól függ.
Minél hatékonyabb a predikció annál jobb kompressziós effektivitást kapunk.
Ha a predikciót dinamikus Markov modell alapján készítenénk el nagyon jó eredményt kapnánk viszont a prediktornak a meghatározásához az előző bit combinációkat és a hozzájuk tartozó frekvenciákat hierarchikusan tárolni kellene ami óriási memória igényt jellentene.
Gyakorlatilag nem lenne felső határa ha nem limitálnánk.
Limitálva az optimális érték kb: 16Mb ahol jó effektivitással működne.

Jó lenne meghatározni a következő bit valószínűségét és a prediktort ennek figyelembe vételével kiszámítani.

Ebben az esetben ugyanis nem egy bitet vizsgálunk hanem egy bit sorozatot.

Ha pl: a fent ismertetett eljárással kódolnánk egy 100Kb hosszú blokkot amiben periodikusan A és B karakter ismétlődik 13Kb kapnánk.
Ha viszont a prediktor a bitek viszonyát is vizsgálja akkor 4-6 Byte-ot.
A dinamikus Markov modell képes erre az analízisre ennek köszönhető a nagy memória igény.
A probléma ugyanis az hogy egy C állapotba eljuthatunk A -ból is ill. B-ből is.
A C-nek nincsen információja hogy honnan jutottunk ide így amikor a következő bit beérkezik a D vagy az E -be jutottunk lehetetlen lesz a korrelációk meghatározása.
A megoldás az hogy a C-t klónozni kell.
Ebben az esetben az A-ból csak a C-be juthatunk majd onnan a D vagy az E-be ill.
A B-ből csak a C'-be és onnan a D vagy az E-be.
Így már meghatározhatok az összefüggések, mondhatjuk úgyis hogy a hálózat lépésről lépésre megtanulta az összefüggéseket.

Ez adta az alap ötletett az általunk megvalósított eljáráshoz.

A beérkező bitet egy n bit hosszúságú léptető regiszterbe töltjük.
Az n értéke attól függ hogy milyen hosszú szekvencia korrelációit akarjuk vizsgálni.
Tipikusan 32 bit.
A teljes léptető regiszter értékéből létrehozunk m számú indexet.
Más szóval a kijelölt memória területet m részre osztjuk úgy hogy a területek az első 256 byte kivételével átlapolják egymást és egymással uniókat képeznek.
Az unióknak helyzetük és nagyságrendjük alapján kiemelt jelentősége van.
A memóriának minden tartománya kap egy szorzó faktort ami 1 ha az adott tartomány nem unió.
Az uniók fontossági sorrendben vannak állítva nagyságuk és valószínűségük szerint és ezekből a faktorokból származik a konstans értékük is.
Minden index rámutat egy memória pozícióra amiben a nullák és az egyesek előfordulási gyakorisága szerepel.
A gyakoriságok és a prioritási konstansok segítségével kiszámítjuk az új prediktor értékét.

A következő beérkező bit és a prediktor alapján leképezzük a hiba faktort majd módosítjuk az indexek által mutatott gyakoriságokat a hiba a prioritás és a beérkezett bit alapján.
Mindezek után léptetjük be a bitet a regiszterben és határozzuk meg az új prediktor értékét a fent leírtak alapján.

A felvázolt megoldás diszkrét logikára és számításra épül. Az aritmetikai kódolás konkrét megvalósítását részletesen ismertetjük a leírás végén.
A másik megoldás a neurális hálózat technikájából ismert **preceptronra** épül.
A hálózat három rétegből áll. Bemenő réteg közbenső réteg és kimenő réteg.
Megoldható kettő réteggel is viszont lényegesen pontatlanabb eredményt ad.
Minden az indexek által címzett memória pozíció a neurális hálózat egy bemenetét írja le. Tartalmazza az egyesek és a nullák gyakoriságát továbbá az adott bemenet aktivitási állapotát.
A predikció kiszámításánál a neurális hálózat összegzi az aktivitási állapotokat majd egy normalizált szigmoid függvényen keresztül kiszámítja a prediktort.

A diszkrét megoldásnál leírtuk a hiba képzést amit itt is alkalmazunk.
Módosítjuk az indexek által mutatott gyakoriságokat a beérkezett bit alapján.
A hiba a prioritás és a beérkezett bit alapján módosítjuk az aktivitási állapotokat.
(tanulási fázis)

A gyakorlati tesztek során megfigyeltük hogy pontosabbá tehetjük a predikciót ha előtanítjuk a hálózatot.
Mivel a kódolandó adat struktúrák képről képre hasonlóak meghatározható egy optimális kezdő adatbázis.
Gyakorlatilag egy képet addig tanítottunk amíg a hiba faktor kisebb
nem lett mint az előre beállított optimálisnak tartott érték.
Sok képen megismételtük az eljárást majd a kapott adatbázisok átlagából létrehoztunk egy kezdő adatbázist.
A kódoló adatbázisa 0.5Mb ami abból adódik hogy fel van bontva funkciók szerint.
Külön kódoljuk a DCT koefficienseket külön a mozgás vektorokat és külön minden egyéb működés szerint szétválasztható adatott.
Összesen 7 szint van és minden szinthez tartozik egy 64Kb előtanított adatbázis.
Egyedül a koefficienseket kódolásánál használunk 2 szintet.
Ha a koefficiens nulla a 7. szinten egy nulla bitet kódolunk egyébként egy egyest és a hatodik szinten kódoljuk magát a koefficienst.
Ez a megoldás kevesebb bittel írja le a blokkot mint ha csak egy szinten kódoltuk volna.
Továbbá ideálisabb mintha a nullákra run-length kódolást alkalmaztunk volna
Az kódoló teljes egészben egészszámú aritmetikára épül beleértve a neurális hálózatot is és optimalizált VCL ill. MMX logikára.
Az átviteli sebessége 3.89Mb/s.
A kompressziós hatásfoka lényegesen jobb mint a hagyományos UVLC és a H26x-ben alkalmazott CABAC-nak. (**15. ábra**)

Az átviteli sávszélesség és a kompresszió szabályozása

Vizsgáljuk meg hogy miért és milyen szabályozásra van szükség.
A mozgóképekben a képek információ tartalma széles skálán változik.
Ez maga után vonja a kompresszió változását is széles skálán amennyiben állandó képminőséggel számolunk.
Amennyiben a komprimált adatokat valamilyen médián szeretnénk tárolni a média kapacitása behatárolja a lehetséges adat mennyiséget.
Ha pedig valamilyen rendszeren továbbítjuk az adatokat valós időben a rendelkezésünkre álló sávszélesség **(másodpercenként mennyi adatott tudunk továbbítani)** szab határt.

Tehát szükséges hogy a másodpercenként adatmennyiséget közel állandó szinten tartsuk. Ezt csak a kompresszió szabályozásával érhetjük el.

Szabályozás alatt a kvantízáció növelését vagy csökkentését kell érteni.
Ez azt vonja maga után hogy ha növeljük a kvantízációt egyre több részlet tűnik el a képből egyre alacsonyabbak lesznek a térfrekvenciák és egyre inkább növekedik a látható hiba. Egy bizonyos ponton túl a kép szétesik kockákra és egyéb torzulásokra.

A hagyományos megoldások kiszámítják a várt hossz és a kapott hossz alapján az új kvantízációs faktor és ezt alkalmazzák a következő képmezőre.

A finomabb megoldások a megadott időegység alatt komprimált képmezők átlaghosszából és a várt átlaghosszból képezi az új kvantízációt.
Ezek a megoldások beiktatnak egy reakció várakoztatási faktort is ami megadja hogy mennyi idő után kell a szabályozásnak elérnie a a kiszámított maximumot.

Ezek a megoldások konstans átviteli sebességet adnak. (**CBR** constant bit rate)

Sokkal jobb eredményt érhetünk el ha az adott szabályozás figyelembe vesz egy minimum és egy maximum határértéket és az átvitelt e két határ közé szorítja lehetőleg úgy hogy hosszú távon a kettő átlag középértéke legyen a domináns.
Továbbá figyelembe veszi az eredeti és a rekonstruált kép közötti jel/zaj viszonyt és ennek figyelembevételével végzi a szabályozást.
Vagyis ha a jel/zaj viszony romlott növeli egyébként csökkenti az átviteli sebességet a megadott határokon belül. (**VBR** variable bit rate)
Ennek a megoldásnak a hátránya hogy pontosan megjósolhatatlan a várt totális hossz. A minimum és maximum értékeket nem állíthatjuk túl nagyra mivel a szabályozási tartomány is túl nagy lesz és a kapott teljes hossz is túl széles

skálában változhat. Gyakori eset hogy a beállított maximum érték nem elegendő a kívánt minőség tartásához és szükségessé válna további növelés.

A megvalósított megoldás

A megvalósított modell backpropagációra épül ami a perceptron tovább fejlesztett általánosított változata kibövitve egy Kohonen réteggel ami osztályozást végez.
A Kohonen rétegnek a feladata eldönteni hogy a backpropagació által előrejelzett értékek milyen kvantizációnak ill. skálázó faktornak felelnek meg.

A hálónak a feladata megjósolni a következő képmező ideális kvantízációs faktorát.

A bemenetein megkapja a képre kiszámított hosszt és a kapott hosszt valamint a képminőséget és a deviációs faktort.

A kimeneten megkapjuk a K **(kvantízációs)** és S **(skálázó)** faktort.
A K értékét felhasználja a következő azonos típusú képnél még a S értékét átlagolja a következő "I" típusú képig. **(lásd a dinamikus skálázásnál)**

A neurális háló előre tanított rendelkezik a teljes tudás alappal.
Ez azt jelenti hogy képről képre beállítottuk az ideális K és S értéket az összes paraméter figyelembevételével és ezt tételesen megtanítottuk a hálózatnak.
Természetesen a tanuláshoz szükséges adatok előkészítése sokkal bonyolultabb mivel hatalmas mennyiségű adatról van szó ezért különböző transzformációkkal korreláció számításokkal kezelhető szintre hoztuk.

Minden képtípusokhoz (I,B,P) hozzá van rendelve egy előre tanított adatbázis ami a hálózat aktivizációs állapotait tartalmazza.
Mondhatjuk úgyis hogy külön hálózat létezik minden képtípusra valójában azonban egy hálózat három előtanított adatbázissal ami a kép típusa alapján választódik ki.
Ez szükséges mivel nem azonos a kvantízáció nagyságrendje a különböző képtípusokra.
(16. ábra)

A neurális hálózatnak több választható tudás bázisa van amikből különböző üzemmódokat állíthatunk be.
CBR
VBR
2 lépcsős CBR

2 lépcsős VBR

Minden tudás bázisból két implementáció létezik egy ami dinamikus skálázással készül és ami annélkül.
A CBR módnál a hálózat nem veszi figyelembe a minimum és maximum határértékeket csak a jel/zaj viszonyt amennyiben a skálázás megengedett.
Két lépcsős módban az első lépcsőnél nem használ semmilyen szabályozást konstans
kvantízációs faktorral kódolja a teljes adatfolyamot továbbá a képet nem skálázza.
A második lépcsőnél a kvantízációs faktort nem a következő képmezőre számítja hanem az éppen feldolgozás alatt lévőre továbbá nem végzi újra a keresést mivel az első lépésben már elvégezte és a pozíciókat leírta az adatfolyamban.
Tehát csak az DCT és a kvantízáció valamint a kvantízált blokkok kódolása történik újra a második lépésben.
A fent leírtakkal lényegesen jobb vizuális minőség érthető el mint a hagyományos módszerekkel mivel az emberi szem vizuális igényét követi az elérhető legjobb kompresszióval.
A hagyományos módszereknél a minőség és a hatásfok gyakran kizárja egymást.
(17. ábra)

A dinamikus skálázás

A előzőekben leírtuk hogy gyakran előfordul olyan eset amikor a kódolás nem tudja a kívánt hosszt tartani az előírt minőségben vagy a beállított kompresszió extrém nagy bizonyos szekvenciákhoz képest és a megadott minimum és maximum határértékeken belül nem lehet a kívánt minőséget tartani.
Jó példa erre a Múmia 2 című film első 5 perce.
Ehhez a szekvenciához > 2.5Mbit/sec beállítás kellene ha jó minőséget szeretnénk kapni egy jó MPG kompresszióval.
Ha lemegyünk 1.5Mbit/s –ra mind a kompresszió mind a dekompressziónál nagyon komoly elő és útó szűréseket kellene végezni a hibák kiszűréséhez ami a képélességet jelentősen rontaná. Az így kapott képet csak az „elfogatható" kategóriába lehetne sorolni.
Megvizsgáltuk hogy mi történne ha ezeknél a szekvenciáknál a bemenő adat mennyiséget csökkentenénk de a beállított kompressziós faktorokat változatlanul hagynánk.
Vagyis ha a képet leskáláznánk kisebbre ¾, ½ ... részére.
Mivel a kódoló eljárás arra törekszik hogy az adatokat lehetőleg állandó szinten tartsa a minőség figyelembe vételével a méret csökkenése a kompresszió

csökkentését fogja maga után vonni. Így ugyanazt az adat mennyiséget fogjuk kapni mint a skálázás előtt a kimeneten.
Ha tehát 0.5Mbit/s-al kódoljuk a teljes adatfolyamot és a kritikus részeknél a képméretet a felére csökkentettük akkor ezeknél a részeknél a tényleges átviteli sebesség továbbra is 0.5Mbit/s lesz viszont a kvantízációs faktor és a kompresszió az n -ed részére csökkent ami olyan képminőségnek felel meg mintha eredetileg 2Mbit/s –al kódoltunk volna.
Ez maga után vonja a hibák lecsökkenését..
A módszer hibájául elmondható hogy a skálázással csökkentjük a kép felbontását.
Vagyis a dekódoló oldalon miközben a képet rekonstruáljuk az eredeti méretében csak következtetni tudunk a hiányzó képpontok értékére.
Ezt nagyban javítani tudjuk megfelelő skálázó eljárás alkalmazásával ha kiindulunk abból hogy a kép frekvenciából áll és a transzformációt ennek a figyelembe vételével végezzük.
Több interpoláción alapuló skálázó eljárást teszteltünk és a legjobb eredményt a Láncos módszere adta.
Ha összehasonlítjuk a kompressziót a kritikus részeknél szűréssel és anélkül 0.5Mbit/s –os átviteli sebesség mellett azt kapjuk, hogy a kritikus részeknél skálázás nélkül a veszteség nagyon jól látható.
A kép erősen blokkosodik szálkásodik sok helyen a teljesen ellaposodott és a képélesség drasztikusan lecsökkent. **(minta kiradírozták volna)**
A találmány szerint végzett skálázással mindezek a hibák nem jelentkeztek. Az egyetlen érzékelhető hiba a képélesség csökkenése.
Kielemezve a szekvenciák tartalmát ahol a skálázás szükséges elmondhatjuk hogy tipikusan olyan helyeken szükséges ahol a mozgás gyors. A gyors mozgások esetén a kép már eleve életlenebb mint egyébként így vizuálisan a veszteség alig érzékelhető.

Gyakorlati megvalósítása

Minden bejövő kép keresztül halad a skálázó rendszeren először 0-ás faktorral. **(nincs skálázás)** A kompressziót szabályozó rendszer a fent leírtak alapján megvizsgálja hogy a kódolás kielégítő eredményt ad a megadott határon belül vagy sem. Ha igen nincs változás továbbra is az aktuális faktorral folytatja a kódolást a következő „I" képmezőig. A következő „I" képmezőnél az előző "I" képmezőtől számított átlag S értéke lesz az új skálázó faktort.
A méret változtatás mindig az I képmezőnél történik az összes utána következő képmező az I méreteit örökli. (**18. <u>ábra</u>**)

Kvantízáció
Két típust különböztetünk meg.

Non-uniform:

F'[u, v] = round (F[u, v] / q[u, v]).
(MPEG)
és uniform.

F'[u, v] = F[u,v] / N
Ahol minden értéket ugyanazzal a konstansal osztunk.
(H263)
Az alkalmazott kvantízáció a beállított üzemmód függvénye.

Üzemmódok:

1. H263
2. MPG
3. H263/MPG

Ha a kódolás során a 3. üzemmód a beállított 900Kbit/s határt felett automatikusan MPEG kvantízációt használ amennyiben a szekvenciák átlag PNSR értéke nagyobb mint 33dB egyébként H263 -at.

A rendszer működésének összefoglalása
A kompresszió során a képek keresztül haladnak a skálázó rendszeren.
A rendszer eldönti hogy a képet milyen módszerrel kódolja tovább. (I,P,B)

I képmező esetén a minden blokkhoz elvégzi a különböző predikciókat és kiválasztja azt ahol a legjobb mérési eredményt kapta majd DCT-vel transzformálja kvantízálja és a megfelelő szinten komprimálja.

P képmező esetén az előző képet még B képmező esetén az előzőeket és az utána következő képeket használja referenciaként és ebben keresi az aktuális blokkot.
A megtalált blokkot a blokk méretétől és a beállított precíziótól függően kompenzálja majd prediktálja transzformálja és kódolja.

A kapott pozíciókat vektorokká alakítja kivonja az előzőkből majd a megfelelő szinten komprimálja. A szabályozó rendszer a várt és a kapott hossz valamint a minőség figyelembevételével szabályozza a kompressziót. Amennyiben a minőséget nem

lehet tartani a beállított határokon belül lecsökkenti a kép méretét akkorára ahol az eredmény kielégítővé válik. A kép méretét soha nem csökkentheti a felénél kisebbre.

Kiértékelés:

A megvalósított eljárás a vártnál sokkal jobb lett.

Gyakorlatilag 450kB/s határig alig van kifogásolni való vizuális hiba a skálázásból adódó élesség csökkenését leszámítva a kritikus részeknél.

Elmondhatjuk hogy 380-450kB/s sebesség mellett egy átlagos videó készülék SP módjának minőségét hozza még 280-380 között egy átlagos videó készülék LP módjának a minőségét. Ha pedig a sebesség >500kB/s egyre közelebb kerül a DVD minőségéhez. Gyakorlatilag 750kB/s határ felett szemmel már nagyon nehéz összehasonlítani a DVD-vel.

Hátrányául elmondható hogy amennyiben léptetni szeretnénk a képet előre vagy hátra(tekercselés) csak előre meghatározott idő egységgel lehetséges tipikusan >10sec.Ez a probléma az entrópia kompressziótól származik ugyanis az adatbázisát minden adatnál frissíti és ha több képet ugrunk előre az adott képnél az adatbázis hibás lenne mivel nem tudnánk hogy hogyan változtatta volna a hiányzó képek alatt.

Ezt a problémát csak úgy tudjuk kiküszöbölni hogy az adatbázist egyenletes időközönként alaphelyzetbe állítjuk. A megadott időközök szablyák meg a minimális lépés közöket. A megadott idő túl rövid nem lehet mivel rontaná ,a kompresszió hatásfokát. A legjobb kompressziót természetesen az időközök elhagyásával kapnánk de természetesen nem lehetne ebben az esetben "tekercselni". A minimálisan megadható idő 1sec az optimális 10sec. Kimerevíteni ill. lassítani a képet probléma nélkül lehet.

A neurális aritmetikai kódóloról elmondható hogy normál módban nagyon gyors még teszt módban extém gyors.

<u>Hibrid Videó Dekoder működése (21. ábra)</u>

A kép rekonstrukciója az bemenő puffert(121) feltöltésével és az információs blokk dekódolásával kezdődik(133).

Az információs blokk (133) tartalmazza a kép eredeti méretét a dekódoláshoz szükséges előtanított adatbázisok típusának kódjait valamint egyéb olyan adatokat ami az egész dekódolásra állandó. Az információs blokk feltöltésére csak egyszer a dekódolás elején kerül sor. A következő lépés a kép fejléc (122) információinak a dekódolása.

A kép fejléc információs blokk a kép pillanatnyi méretét a kép típusát (I,B,P) a használt kvantízátor típusát valamint egyéb csak erre a képre jellemző adatokat tartalmaz.

Amennyiben a kép típusa **intra** dekódoljuk a blokkok információit és a DCT koefficienseket (126) elvégezzük az inverz transzformációt (127,128,129) minden blokkon és a kapott vissza transzformált blokkokat az új kép memória területére írjuk (131).
Az **intra** képben minden blokk tartalmazza a rekonstukciójához szükséges adatokat. **(A predikció típusát, valamint hogy lett a blokk felbontva 16x16-os blokként vagy 4db 4x4-es blokként stb.)**

Inter képtípus esetén először a fa struktúrájának a dekódolására kerül sor (123).
A fa struktúrája tartalmazza a rekonstrukcióhoz szükséges adatokat.
A fa struktúrája alapján dekódoljuk a régiókhoz tartozó DCT koefficienseket mozgás vektorokat és predikciók kódjait valamint a kódolás során használt a referencia képeket azonosító kódokat.
Elvégezzük az inverz transzformációkat (127,128,129) majd a referencia kép (125) mozgás vektorok által kijelölt blokkjait (124) hozzáadjuk (130) a vissza transzformált blokkokhoz.
Amennyiben valahol lineáris interpolációval lett kódolva először a referencia képek (125) és mozgás vektorok által kijelölt blokk (124) alapján előállítjuk az interpolált blokkot majd ezt adjuk hozzá a vissza transzformált blokkhoz. Minden visszaállított blokkot az új kép memória területére (131) írunk.
Mind az intra mind az inter által visszaállított képet beírjuk a referencia kép (125) területre.
A referencia képterület (125) több képből áll hogy mennyiből az annak a függvénye hogy kódolás során mi volt a legtávolabbi kép amiből a referenciát vette.
A referencia képterület cirkuláris, minden új kép beírásakor a legrégebbi törlődik.

A következő lépés a kép méretének az eredetire történő visszaállítása (132).
A visszaállítás Láncos eljárással történik. Mind a kódolásnál mind a dekódolásnál a skálázást egy szubrutin valósítja meg abban az esetben ha ez szükséges.
Ha olyan hardware videó forrásunk ill. kimenetünk van ami képes a skálázásra a kódoló ill. dekódoló csak a kép méreteit adja meg.

<u>Neurális dekóder</u>

A neurális aritmetikai dekóder megegyezik a fent leírt általános elvvel.
Mivel a módszer adaptív először dekódolunk egy bitet majd a bit segítségével kiszámítjuk az új prediktort.
A prediktor kiszámításánál a kódolásnál alkalmazott neurális hálózatot változtatás nélkül alkalmazzuk.

Vagyis a kóder/dekóder között a különbség egyedül a standard aritmetikai számításban nyilvánul meg a többi teljesen azonos.
A konkrét megvalósításban három sor csak a különbség.

Egy komplett videókódoló / transzkódoló rendszer leírása. (19. ábra)
A videókódoló rendszer alkalmas analóg videó jelek digitalizálására és effektív kódolására valamint tárolására. A rendszer ugyanakkor lehetővé teszi digitális már kódolt videó adat átkódolását, ami effektívebb tárolást eredményez. Ilyen transzkódolás alkalmazható DVB (digital video broadcast) MPEG transzport csomagjainak kb. 20 Mbit/s sávszélességről 600 Kbit/ sávszélességre történő csökkentésére, például műholdvevö es televiziós programok tárolása, vagy digitális kamerák bejátszása mekanika nélküli tárolására.

A kódoló rendszer bemenetei az analóg videó bemenet (93), a komplett összegezett MPEG dekódolt digitális videó és audio csomag bemenet (94), valamint a (105) analóg audió bemenet.

A kódolónak következő üzemmódjai vannak.

a, Az analóg videó jel (93) és az analóg audio jel (105) digitális konverzió utáni kódolása.
b, A digitális videó jel és a digitális jelcsomagból (94) a demultiplexel (109) leválasztott audio jel transzkódolása.
A szelektor (96) által kiválasztott digitális videóadat (97) a (98) kódolóval kódolva lesz. A kódolt (99) videó adat a digitális audio adattal összetett csomaggá (101) lesz multipelxálva (100) multiplexer segítségével .A (102) digitális csomag a PSC Periferial System Controller (102) segítségével a (103) merevlemezre, optikai médiára, vagy a (104) félvezető memóriába tárolva lesz. A Szelektor (107) által kiválasztott digitális audio jel a (108) kódoló segítségével kódolva lesz, majd az előzőkben leírtak alapján tárolásra kerül.

A tárolt videó és audio adat dekódolása (fig. 20)

A (104) valamint a (105)- ben tárolt adatcsomag a demultiplex (110) segítségével kódolt digitális videó adatra (111) kódolt digitális audio adatra (112) van szétválasztva. A (111) videó adat a (113) dekóder segítségével dekódolva lesz. A dekódolt (114) videó adat szűrés és skálázás (115) után egy digitál/analóg átalakító segítségével (116) analóg videó jellé (117) lesz alakítva. A kiválasztott digitális audio

adat (112) a dekóder (118) segítségével dekódolva lesz. A dekódolt audio adat a digitál/analóg konverter (119) segítségével analóg audio jellé lesz alakítva.

A továbbiakban az ábrákon látható elemeket ismertetjük.

1. ábra Hagyományos MPG4 blokkséma.

1. Bejövö digitális videó adat
2. Intra/inter szelektor
3. Diszkrét Koszinusz Transzformáció
4. Kvantízátor
5. Inverz kvantízátor
6. Inverz diszkrét koszinusz transzformáció
7. A referencia képhez tarozó Intra/inter szelektor
8. Referencia kép puffer
9. Mozgás kompenzáláshoz tartozó filter 1,2,3
10. A szűrőt kiválasztó kapcsoló
11. Változások keresése
12. Minta kódolás
13. Koefficiensek kódolása
14. Videó csatorna kiválasztása
15. Kimenöő kódolt adat

2. ábra A blokkokra bontott kép egy blokkjának a keresése az előző ill. az utána következő képben.

16. Megelőző kép.
17. Aktuális kép (aminek blokkjait keressük az előző ill. utána következő képben.)
18. Következő kép.
19. Az utána következő kép keresési tartománya
20. A keresendő blokk
21. Az előző kép keresési tartománya.

3. ábra Keresés és mozgás kompenzálás.

22. Aktuális kép részlete.

23. A referencia képen kijelölt keresési tartomány.
24. Aktuális blokk
25. A megtalált blokk (legjobb egyezés)
26. Aktuális blokk tartalma
27. A megtalált blokk x,y pozíciójából képzett 2 bites szelektor.
28. A megtalált blokk tartalma.
29. Az aktuális blokk és a pillanatnyi referencia blokk hiba arányának kiszámítása vagy a két blokk kivonása.
30. A kapott négyzetes hiba abszolút értékben véve vagy a megtalált blokk és az aktuális blokk pixeljeinek különbsége.

4. ábra Az intra kép kódolásának a blokksémája.

31. Bemenő YUV2 formátumú kép
32. Diszkrét Koszinusz Transzformáció
33. A felesleges precizitás csökkentése (kvantízáció)
34. Delta pulzus kód moduláció
35. Run length kódolás.
36. Statikus Huffman entrópia kódolás kódolt kimenettel
37. A ZigZag 8x8-as méretű blokk frekvenciák alapján történő lekérdezése.(ZigZag)

5. ábra A megtalált és kompenzált P típusú blokk kódolása.

38. Az aktuális kép blokkjai.
39. A referencia kép keresési tartománya.
40. Aktuális kép kódolandó blokkja.
41. A referencia képben a legjobb egyezés.
42-43 A kereset és a megtalált blokk hiba képzése.
44-45 A képzett hibák luminance és crominance komponensei.
46. Transzformáció kvantízáció és run-length kódolás.
47. A run-length kódok entrópia kódolása.

6. ábra A és B képtípus működése

48. Előző referencia kép keresési tartománya.
49. Aktuális kép keresési tartománya.

50. Utána következő kép keresési tartománya.

7. ábra A DCT és FFT összehasonlítása

51. bemenő adat
52. FFT koefficiens
53. DCT koefficiens
54. vágott FFT koefficiens
55. vágott DCT koefficiens
56. IFFT-vel rekonstruált adat
57. DCT-vel rekonstruált adat
58. IFFT-vel rekonstruált adat ábrázolása
59. DCT-vel rekonstruált adat ábrázolása

8. ábra A hibrid videó kódoló blokksémája

60. Bemenő videó adat.
61. Képskálázó modul.
62. Kódolást szabályozó modul (neurális kompresszió szabályozás, képváltozás stb...)
63. Intra inter kapcsoló.
64. Diszkrét koszinusz transzformáció.
65. Kvantízáció
66. Inverz kvantízáció
67. Inverz diszkrét koszinusz transzformáció
68. Mozgás kompenzáció. (beállítható ½, ¼, 1/8, 1/16 pixel felbontásban.)
69. Anti-blokk szűrés. (feladata a blokkosodás megszüntetése)
70. Az aktuális referencia kép. (A blokkjai automatikusan frissítiődnek.)
71. A változások keresése Quad-Tree strukturával.
72. Neurális aritmetikai kompresszió.
73. A kódolt videó adat.
74. Kompenzált mozgás adat

9. ábra A predikció bemutatása

75. A prediktált blokk
76. A baloldali blokk pixeljei (Vertikális prediktor)
77. A felette lévő blokk pixeljei (Horizontális prediktor)
78. A lekérdezés irányai (vertikális,horizontális,diagonális)

A lehetséges predikciók száma 5.
1. DC predikció
2. Horizontális
3. Vertikális
4. Diagonális
5. Horizontális vertikális és diagonális

10. ábra A hagyományos blokk felbontás összehasonlítása a quad-tree felbontással.

79. A kép hagyományos 16x16 blokkokkal való felbontása.
80. A kép quad-treevel való felbontása. Mint látható a 80. részábrán egy blokk szükség esetén további részblokkokra van bontva.

11. ábra A quad-tree bemutatása

81. A blokk részekre történő felbontása.
82. A blokkok fa struktúrával való bemutatása.

12. ábra A mérési hibáinak régiókra történő felosztása.

83. A megtalált blokk tartalmazza a mérési hibákat.
84. A mérési hibák első felbontása.
85. A mérési hibák további felbontása.

13. ábra Az alkalmazott keresési üzemmódok bemutatása B képtípusokra

A keresés a következő alternatívák közül valósul meg

13a. A. Keresés csak az előző két P képtípusban.
13b. Keresés csak az előző két B képtípusban.
13c. Keresés az előző és az utána következő mozgás kompenzált referenciákban. B típus nem használható ebben az esetben referenciaként.
14. ábra A mozgás kompenzálásnak a bemutatása.

14a. A megtalált pozíció teljes pixel felbontásban.
14b. A helyes pozíció.

16. ábra **A dinamikus skálázás karakterisztikájának a bemutatása.**
A skálázás az "A" pontnál kezdődik és a "B" pontnál ér véget.

86. A szabályozás kezdete.
87. A szabályozás vége.
88. A átviteli karakterisztika dinamikus skálázással.
89. A átviteli karakterisztika dinamikus skálázás nélkül.

16. ábra **A neurális szabályozás blokksémája**

17. ábra **Az entrópia kódoló karakterisztikájának a különböző üzemmódokban egymással és a CABAC-al történő összehasonlítása.**

90. Átviteli görbe előre tanított adatbázissal a szabadalomban leírt neurális kompresszióval.
91. Átviteli görbe tanítás nélkül a szabadalomban leírt neurális kompresszióval.
92. A H26x CABAC kompresszor átviteli görbéje.

18. ábra A dinamikus skálázás vizuális bemutatása.

19. ábra **Digitális videó bejátszó rendszer blokksémája**
121. Bemenő analóg videó jel
122. Összetett digitalis video és audio jel csomag
123. Videó analóg/digitál átalakító
124. Analóg és digitalis videó bemenö jel kivalasztasa
125. Kódolandó digitalis videó adat
126. A szabadalom videó jel kódolója a 8. ábra az előzöleg leírtak szerint
121. Kódolt / transzkódolt digitális videó adat
122. Digitális kódolt audio valamint a digitális kódolt videó jel multiplexálása
123. Tárolásra kész összetett digitális audio-videó adat
124. Periferial storage controller
125. Mágneses/optikai tároló egység

126. Félvezető (SDRAM,FLASH) memória tároló egység
127. Bemenő analóg audio jel
128. Analóg / digitál átalakító
129. Az analóg csatornáról bejött és a digitális csatornáról bejött digitális audio adat kiválasztása.
130. A kiválasztotott audiocsatorna valamely standard eljárással (Mpeg,AC3,MP3,etc való kódolása (tömörítése)
131. Bejövő összetett digitális audio / videó csomag szétválasztása videó es audio adatcsomagra.

20. ábra Digitális videó lejátszó rendszer blokksémája

121. Periferial storage controller
122. Mágneses/optikai tároló egység
123. Felvezetö (SDRAM,FLASH) memoria tároló egység
124. A tárolt összetett digitális audio / video csomag szétválasztása videó és audio adattá
125. Kódolt digitális videó adat
126. Kódolt digitélis audio adat
127. A szabadalmi leirásban leírt kódolo rendszer által kódolt digitális videó adat dekódolása
128. Dekódolt digitális videó adat
129. Digitális szűrő és skálázás
130. Digitalis dekódolt videó adat analóg jellé való átalakítása
131. Analóg videó jel
132. Digitál audio dekóder
133. Digitális audio adat analóg jellé való átalakítása
134. Analóg audio jel

21. ábra A szabadalmi leírás által kódolt videó adat dekódolásának blokksémája

121. A bemenő adat puffer.
122. A kép információs blokkjának dekódolása.
123. Quad-tree és mozgás vektorok dekodolása.
124. A referencia képből a mozgás vektor álltal mutatott blokk kikópiázása.
125. A referencia kép.
126. A DCT koefficienseinek dekódólása.

127. A koefficiensek inverz kvantízációja.
128. Inverz diszkrét koszinusz transzformáció.
129. Inverz predikció.
130. Az eredeti blokk rekonstruálása a referencia és a dekódolt hiba blokk alapján.
131. Az új kép memóriája.
132. A kép méretének az eredeti méretre történő nagyítása szükség esetén.

Bináris többszintes aritmetikai kódoló leírása
Videó kompresszióhoz

Az entrópia kódoló bináris adaptív technikára épül, ami annyit jelent, hogy a beérkező adatokat bitenként dolgozza fel az eddig beérkezett bitek gyakorisága, valamint mintája alapján.
A beérkező bit bekerül egy n bit hosszúságú léptető regiszterbe.
A regiszter kezdőértéke nulla.

$$reg = 2 * reg + bit$$

A regiszter értéke valamint a bitszámláló alapján létrehozunk egy indexet, ami a frekvencia tábla egy elemére mutat.

$index = bitcnt * 2^N + reg$,ahol az N a regiszter hossza tipikusan 8 és bitcnt=0..N-1

A bitszámláló minden beérkezet bitnél, egyel növekedik egészen addig amíg nem éri el az N értékét ahol lenullázódik.

A frekvencia tábla tehát N=8-al számolva 2048 bejegyzést tartalmaz.
A frekvencia táblázat minden bejegyzéséhez két frekvencia változó van rendelve egy a nulláknak és egy az egyeseknek. (f0, f1)

Az aritmetikai eljárás néhány globális változót használ a tartomány felbontásához low = 0, mid=0, high=(2^32)-1, p=0.5, bitcnt=0, index=0, reg=0 kezdőértékkel.

A kódolás menete a következő egy bitre:

$mid = low + (high - low) * p$

$If(bit = 1) low = mid$
$If(bit = 0) high = mid$

PREDIKCIÓ

$FreqTbl[index].f0 = FreqTbl[index].f0 + (2 * bit)$
$FreqTbl[index].f1 = FreqTbl[index].f1 + (2 - (2 * bit))$
$reg = 2 * reg + bit$
$Index = bitcnt * 2^N + reg$
bitcnt = bitcnt + 1
$if(bitcnt = N) bitcnt = 0$

$$p = \frac{FreqTbl[index].f0}{FreqTbl[index].f0 + FreqTbl[index].f1}$$

$$
\begin{array}{|l}
If((high-low)<256) \\
\{ \\
outdata = \dfrac{high}{2^{24}} \\
low = low * 256 \\
high = high * 256 + 255 \\
\}
\end{array}
$$

A kódolt adat kiírása.

A fent bemutatott eljárás az alapja az általunk használt megoldásnak.
Ha megvizsgáljuk az eljárást láthatjuk, hogy tartalmaz néhány nem praktikus elemet.
Az első mindjárt, az hogy a középérték kiszámításakor valós számot használ. (p)
Valós szám alkalmazása nem célszerű ugyanis sokkal több gépi ciklusba kerül az elvégzésük.
Helyette egész számú aritmetikát alkalmaztunk, ahol a p értéke 0 és 65535 közé esik.
Szükségessé vált a középérték számítást módosítani mivel a középérték maximuma 2^32 még a p érték maximuma 2^16 így ennek a két értéknek a szorzata túlcsordulást okozhat mivel az összes változó 32 bites.

A középérték számítását a nagyságrend alapján résztartományokra bontjuk.

$$diff = high - low$$
$$if(diff > 2^{28})$$
$$mid = mid + \frac{diff}{2^{16}} * p$$
$$else\ if(diff > 2^{24})$$
$$mid = (mid + \frac{diff}{2^{12}} * p) / 16$$

A másik problémát a frekvenciák osztása okozza mivel az osztás a legtöbb gépi ciklust igénylő művelet.
Tipikusan 316 ciklust igényel egy osztás még egy szorzás csak 50-et.
Így egy frakció tábla alkalmazásával kicseréltük az osztást szorzásra.

$$FracTbl_{(I)} = \frac{2^{26}}{I} + 0.5 \quad ahol\ I = 0..512$$

$$sum = FreqTbl[index].f0 + FreqTbl[index].f1$$
$$p = \frac{FreqTbl[index].f0 * FracTbl[sum]}{2^{10}}$$

Mivel a frakció tábla 512 elemet tartalmaz garantálni, kell hogy a „sum" ami a tábla indexe lesz, ne lépje át ezt a határértéket.
Ezt úgy érjük el hogy megvizsgáljuk a „sum" értékét és újra skálázzuk a frekvenciákat.

$$if\,(sum > 256)$$

$$FreqTbl[index].f0 = \frac{FreqTbl[index].f0}{2}$$

$$FreqTbl[index].f1 = \frac{FreqTbl[index].f1}{2} + 1$$

Ezekkel a változtatásokkal kiváltottuk az összes osztást, valamint elértük hogy egy bit kódolásához csak 2 szorzás szükséges.
Ne zavarjon meg senkit, hogy az egyenletekben továbbra is szerepelnek osztások. Ha megfigyeljük, az osztok mindenhol a 2-nek a hatványai, így ha az osztandót jobbra léptetjük annyiszor ahányszor az osztó hatványkitevője mutatja, ugyanazt az eredményt kapjuk, mintha az osztást hagyományosan elvégeztük volna.
Értelemszerűen, ha balra léptetünk, akkor szorzunk.
A változok léptetése csak néhány gépi ciklust, igényel.

A kódoló továbbfejlesztett változatában elértük hogy egyáltalán nincs szorzás és osztás, továbbá teljesen kompatibilis a fent leírtakkal.

A kódoló felbontása szintekre
Több szint alatt azt kell érteni, hogy minden szintnek van egy saját frekvencia táblája, aminek a hossza az adott adat típusára van beállítva, valamint inicializálva.
A szintekre való felbontás analóg azzal az elvvel mintha N darab külön kódolót alkalmaznánk egy közös kimenettel.
Ha például lenne 2 adatstruktúránk, amit külön kódolnánk és kapnánk az egyikre 1.5 bpc (bit/karakter) meg a másikra 2.5 bpc-t akkor, ha ezt egy kódolóval kódolnánk a kapott eredmény nagy valószínűséggel a kettő összegénél rosszabb lenne.

A gyakorlati megvalósításhoz elegendő, ha minden szinthez külön frekvencia táblát definiálunk, mivel a frekvencia táblákban szereplő frekvenciák hányadosai adják a próbákat (predikciókat).

Külön hangsúlyt érdemel a „binarizáció".
Ez alatt azt értjük hogy 8-nál kisseb értékek esetén N-1 nullát írunk ki és egy egyest. Az N maga a szám értéke. Vagyis 7 esetén 6 nullát és egy-egyest írunk ki.

Binarizált	bináris érték	érték
1	OOOOOOO1	1
O1	OOOOOO1O	2
OO1	OOOOOO11	3
OOO1	OOOOO1OO	4
OOOO1	OOOOO1O1	5
OOOOO1	OOOOO11O	6
OOOOOO1	OOOOO111	7

A táblázatból láthatjuk hogy a hagyományos bináris érték minden esetben 8 bit hosszúságú, még a „binarizált" változó hosszúságú, továbbá jobb entrópiát kapunk a „binarizáltal" eredményül.

A „binarizációhoz" egy kontrol szintet is kell alkalmazni, ami megadja, hogy az adott byte „binarizált" vagy sem az adatfolyamban.
A 0. szint a kontrol, ahol 0-át kódolunk, ha az adat „binarizált" és 1-et, ha nem.
Az egyes szinten kódoljuk a „binarizált" adatokat és a 2. szinten a normál adatokat.

Összegezve minden funkcionálisan elkülönülő adatstruktúra egy csoportot alkot, ami szintekre van bontva.
Tipikusan a mozgás vektorok, a koefficiensek, és egyéb adatok alkotják a csoportokat.

Végezetül elmondhatjuk, hogy a kódolás sebessége alig marad el a hagyományos videó technikában használt Huffman eljárástól, viszont annál sokkal hatékonyabb.

Szabadalmi igénypontok

1. Eljárás digitálisan kódolt, egy-egy idõpillanathoz rendelt képek (frame) sorozatából álló mozgóképek tömörítésére, amely eljárás során bizonyos frame-ek információtartalmát az elõtte vagy utána következõ képek (referencia képek) tartalmából kódolunk (predikció), oly módon, hogy a referencia képekben elõre meghatározott méretû blokkokon belül hasonló képeket keresünk, és a blokkokon belül az eredeti kép és a referencia képbõl kódolt adatokból ismét elõállított kép közötti különbségeket megvizsgáljuk, és a különbségek alapján hibát számolunk, és ha a hiba nem halad meg egy elõre meghatározott értéket, a kép tárolása helyett a referencia képbõl kódolt adatokat tároljuk,

azzal jellemezve, hogy

a kiszámolt hiba függvényében egy olyan blokkot, ami a hibához egy küszöbértéknél nagyobb mértékben járul hozzá, további részblokkokra osztunk, és a kódolás során a az eredeti kép és a kódolt adatokból helyreállított kép közötti különbségeket a részblokkok között számítjuk ki.

2. Az 1. igénypont szerinti eljárás, azzal jellemezve, hogy a kódolandó frame blokkjaihoz tartozó referencia blokkok keresése során a blokkokhoz hibatérképet készítünk, és a részblokkokra történõ felbontást a hibatérkép alapján végezzük.

3. Az 1. igénypont szerinti eljárás, azzal jellemezve, hogy amennyiben egy részblokknál a hiba egy elõre meghatározott értéknél nagyobb, a részblokkot további kisebb részblokkokra bontjuk, és a kisebb részblokkokkal ismét keresést végzünk az adott referencia frame-ben.

4. Az 1. igénypont szerinti eljárás, azzal jellemezve, hogy amennyiben egy vagy több részblokkban elõforduló hiba miatt az eredeti blokkban a teljes hiba egy elõre meghatározott értéknél nagyobb, a részblokkot tartalmazó nagyobb blokkal keresést végzünk további referencia frame-ekben (a hiba visszapropagálása).

5. Az 1-4. igénypontok bármelyike szerinti eljárás, azzal jellemezve, hogy 64x64, 32x32, 16x16, 8x8, 4x4 v. 2x2 méretû blokkokat és részblokkokat alkalmazunk.

6. Az 1-5. igénypontok bármelyike szerinti eljárás, azzal jellemezve, hogy külön kódoljuk a fényerõ és szín adatokat (UV és Y blokkok).

7. Az 1-6. igénypontok bármelyike szerinti eljárás, azzal jellemezve, hogy továbbá ahol a digitálisan kódolt képek egyes képpontjaihoz rendelt információ mennyiségének csökkentését a szomszédos képpontokat leíró értékek átlagolásával vagy a digitális felbontás mélységének csökkentésével érjük el,

8.

Eljárás digitálisan kódolt, egy-egy idõpillanathoz rendelt képek (frame) sorozatából álló mozgóképek tömörítésére, amely eljárás során bizonyos frame-ek információtartalmát az elõtte vagy utána következõ képek (referencia képek)

tartalmából kódolunk, oly módon, hogy a referencia képekben elõre meghatározott méretû blokkokon belül hasonló képeket keresünk, és a blokkokon belül az eredeti kép és a referencia képbõl kódolt adatokból ismét elõállított kép közötti különbségeket megvizsgáljuk, és a különbségek alapján hibát számolunk, és ha a hiba nem halad meg egy elõre meghatározott értéket, a kép tárolása helyett a referencia képbõl kódolt adatokat tároljuk,

azzal jellemezve, hogy

amennyiben a kódolt adatok valósidejû továbbításához szükséges sávszélesség egy adott küszöbértéket meghalad, a képméretet lecsökkentjük, és a kódolást a lecsökkentett képmérettel végezzük el.

a digitálisan kódolt képekhez rendelt információ mennyiségének csökkentését a kép méretének dinamikusa meghatározott mértékû csökkentésével érjük el, ahol a kép méretének meghatározását dinamikusan egy neurális hálózattal végezzük.

9. A 8. igénypont szerinti eljárás, azzal jellemezve, hogy a neurális hálózat bemenõ adataként a frame típusát és/vagy a kódolandó kép paramétereit és/vagy a predikciós paramétereit használjuk.

10. Eljárás digitálisan kódolt, egy-egy idõpillanathoz rendelt képek (frame) sorozatából álló mozgóképek tömörítésére, amely eljárás során bizonyos frame-ek információtartalmát az elõtte vagy utána következõ képek (referencia képek) tartalmából kódolunk, oly módon, hogy a referencia képekben elõre meghatározott méretû blokkokon belül hasonló képeket keresünk, és a blokkokon belül az eredeti kép és a referencia képbõl kódolt adatokból ismét elõállított kép közötti különbségeket megvizsgáljuk, és a különbségek alapján hibát számolunk, és ha a hiba nem halad meg egy elõre meghatározott értéket, a kép tárolása helyett a referencia képbõl kódolt adatokat tároljuk,

azzal jellemezve, hogy

amennyiben egy blokkhoz nem találunk megfelelõ referencia blokkot az elõzõ vagy következõ referencia frame-ban, az adott blokkhoz további referencia blokkot keresünk a többi referencia frame-ban.

11. igénypont szerinti eljárás, azzal jellemezve, hogy 2-5 frame távolságra keresünk további referencia frame-et.

12. Eljárás digitálisan kódolt, egy-egy idõpillanathoz rendelt képek (frame) sorozatából álló mozgóképek tömörítésére, amely eljárás során bizonyos frame-ek információtartalmát az elõtte vagy utána következõ képek (referencia képek) tartalmából kódolunk, oly módon, hogy a referencia képekben elõre meghatározott méretû blokkokon belül hasonló képeket keresünk, és a blokkokon belül az eredeti kép és a referencia képbõl kódolt adatokból ismét elõállított kép közötti különbségeket megvizsgáljuk, és a különbségek alapján hibát számolunk, és ha a hiba nem halad meg egy elõre meghatározott értéket, a kép tárolása helyett a referencia képbõl kódolt adatokat tároljuk,

azzal jellemezve, hogy

a képek kódolását különbözõ blokkméretekkel és különbözõ referenciák alapján végezzük el, majd az így elvégzett kódolásokat egymással összehasonlítva, a leghatékonyabb kódolást használjuk.

13. A 12. igénypont szerinti eljárás, azzal jellemezve, hogy a kódolás során aritmetikai kódolással tömörítjük a kódolt adatokat.

14. Eljárás digitálisan kódolt, egy-egy idõpillanathoz rendelt képek (frame) sorozatából álló mozgóképek tömörítésére, amely eljárás során bizonyos frame-ek információtartalmát az elõtte vagy utána következõ képek (referencia képek) tartalmából kódolunk, oly módon, hogy a referencia képekben elõre meghatározott méretû blokkokon belül hasonló képeket keresünk, és a blokkokon belül az eredeti kép és a referencia képbõl kódolt adatokból ismét elõállított kép közötti különbségeket megvizsgáljuk, és a különbségek alapján hibát számolunk, és ha a hiba nem halad meg egy elõre meghatározott értéket, a kép tárolása helyett a referencia képbõl kódolt adatokat tároljuk,

azzal jellemezve, hogy

a digitálisan kódolt képekhez rendelt információ mennyiségének csökkentését a kép méretének dinamikusan meghatározott mértékû csökkentésével érjük el.

15. A 14. igénypont szerinti eljárás, azzal jellemezve, hogy a kép méretének meghatározását dinamikusan egy neurális hálózattal végezzük.

16. A 15. igénypont szerinti eljárás, azzal jellemezve, hogy a neurális hálózat bemenõ adataként a rendelkezésre álló sávszélességet és/vagy a kódolás hibáját és/vagy a frame típusát és/vagy a kódolandó kép paramétereit és/vagy a predikciós paramétereit használjuk.

17. Eljárás digitálisan kódolt, egy-egy idõpillanathoz rendelt képek (frame) sorozatából álló mozgóképek tömörítésére, amely eljárás során bizonyos frame-ek információtartalmát az elõtte vagy utána következõ képek (referencia képek) tartalmából kódolunk, oly módon, hogy a referencia képekben elõre meghatározott méretû blokkokon belül hasonló képeket keresünk, és a blokkokon belül az eredeti kép és a referencia képbõl kódolt adatokból ismét elõállított kép közötti különbségeket megvizsgáljuk, és a különbségek alapján hibát számolunk, és ha a hiba nem halad meg egy elõre meghatározott értéket, a kép tárolása helyett a referencia képbõl kódolt adatokat tároljuk,
továbbá ahol a kódolt adatokat aritmetikai kódolással tömörítjük,

azzal jellemezve, hogy

az aritmetikai kódolás paramétereit egy adaptív kódolóval számítjuk ki, ahol az adaptív kódoló a kódolandó bitfolyamban folyamatosan vizsgálja a karakterek eloszlását, és az aritmetikait kódolás valószínûségi paraméterét a megfigyelt eloszlás alapján képezi.

18. A 17. igénypont szerinti eljárás, azzal jellemezve, hogy az adaptív kódolóként egy léptetõ bitregisztert alkalmazunk, és az aritmetikai kódolás valószínûségi paraméterét a bitregiszterben pillanatnyilag tárolt bitek eloszlása alapján dinamikusan képezzük.

19. A 17. igénypont szerinti eljárás; azzal jellemezve, hogy a valószínûségi paramétert egy frekvencia tábla segítségével képezzük, aminek az értékeit a bitregiszter alapján frissítjük.

20. Berendezés az 1-19. igénypontok bármelyike szerinti eljárás végrehajtására.

21. Software, amely az 1-19. igénypontok bármelyike szerinti eljárást végrehajtó utasításokat tartalmaz.

22. Kódolt jelsorozat, ami az 1-19. igénypontok bármelyike szerinti tömörítõ eljárás eredményeképpen állt elõ.

23. Eljárás az mozgóképet tartalmazó adatoknak 1-19. igénypontok bármelyike szerinti tömörítõ eljárás által elõállított kódolt jelsorozatból történõ kitömörítésre.

A meghatalmazott

75.866/BT
P0301368

KIVONAT

Eljárás és berendezés mozgókép adatok tömörítésére

AMT Advanced Multimedia Technology AB, Karlshamn, SE

A találmány tárgya eljárás digitálisan kódolt, egy-egy időpillanathoz rendelt képek (frame) (16,17,18) sorozatából álló mozgóképek tömörítésére, amely eljárás során bizonyos frame-ek (16,17,18) információtartalmát az előtte vagy utána következő képek (referencia képek) tartalmából kódolunk (predikció). A kódolás során a referencia képekben előre meghatározott méretű blokkokon (21,19) belül hasonló képeket keresünk, és a blokkokon (21,19) belül az eredeti kép (17) és a referencia képből (16,18) kódolt adatokból ismét előállított kép közötti különbségeket megvizsgáljuk. A különbségek alapján hibát számolunk, és ha a hiba nem halad meg egy előre meghatározott értéket, a kép (17) tárolása helyett a referencia képből (16,18) kódolt adatokat tároljuk. A találmány értelmében úgy járunk el, hogy a kiszámolt hiba függvényében egy olyan blokkot (20), ami a hibához egy küszöbértéknél nagyobb mértékben járul hozzá, további részblokkokra osztunk, és a kódolás során a az eredeti kép (17) és a kódolt adatokból helyreállított kép közötti különbségeket a részblokkok között számítjuk ki

A találmány tárgya még olyan, hasonló elvű tömörítő eljárás, amelynél ha a kódolt adatok valósidejű továbbításához szükséges sávszélesség egy adott küszöbértéket meghalad, a képméretet lecsökkentjük, és a kódolást a lecsökkentett képmérettel végezzük el.

A találmány tárgya még olyan, hasonló elvű tömörítő eljárás, amelynél a digitálisan kódolt képekhez rendelt információ mennyiségének csökkentését a kép (17) méretének dinamikusan meghatározott mértékű csökkentésével érjük el, ahol a kép (17) méretének meghatározását dinamikusan egy neurális hálózattal végezzük.

A találmány tárgya továbbá olyan, hasonló elvű tömörítő eljárás, amelynél ha egy blokkhoz (20) nem találunk megfelelő referencia blokkot (19,21) az előző vagy következő referencia frame-ban, az adott blokkhoz (20) további referencia blokkot keresünk a többi referencia frame-ban.

A találmány tárgya még olyan, hasonló elvű tömörítő eljárás, amelynél a képek (16,17,18) kódolását különböző blokkméretekkel és különböző referenciák alapján végezzük el, majd az így elvégzett kódolásokat egymással összehasonlítva, a leghatékonyabb kódolást használjuk.

A találmány tárgya még olyan, hasonló elvű tömörítő eljárás, amelynél a digitálisan kódolt képekhez (16,17,18) rendelt információ mennyiségének csökkentését a kép (16,17,18) méretének dinamikusan meghatározott mértékű csökkentésével érjük el.

Jellemző ábra: 2. ábra

P0301368

Fig 1

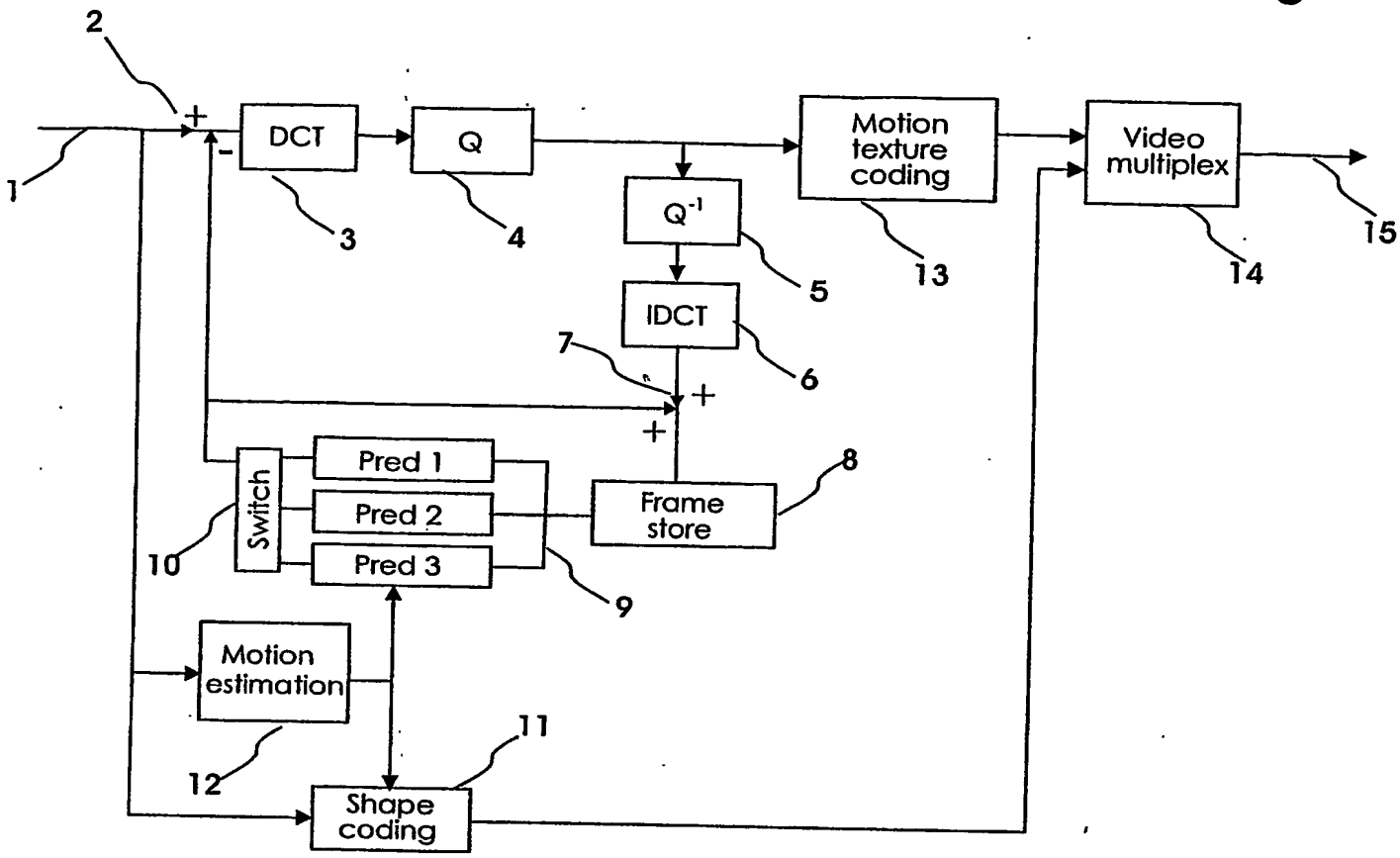


Fig 2

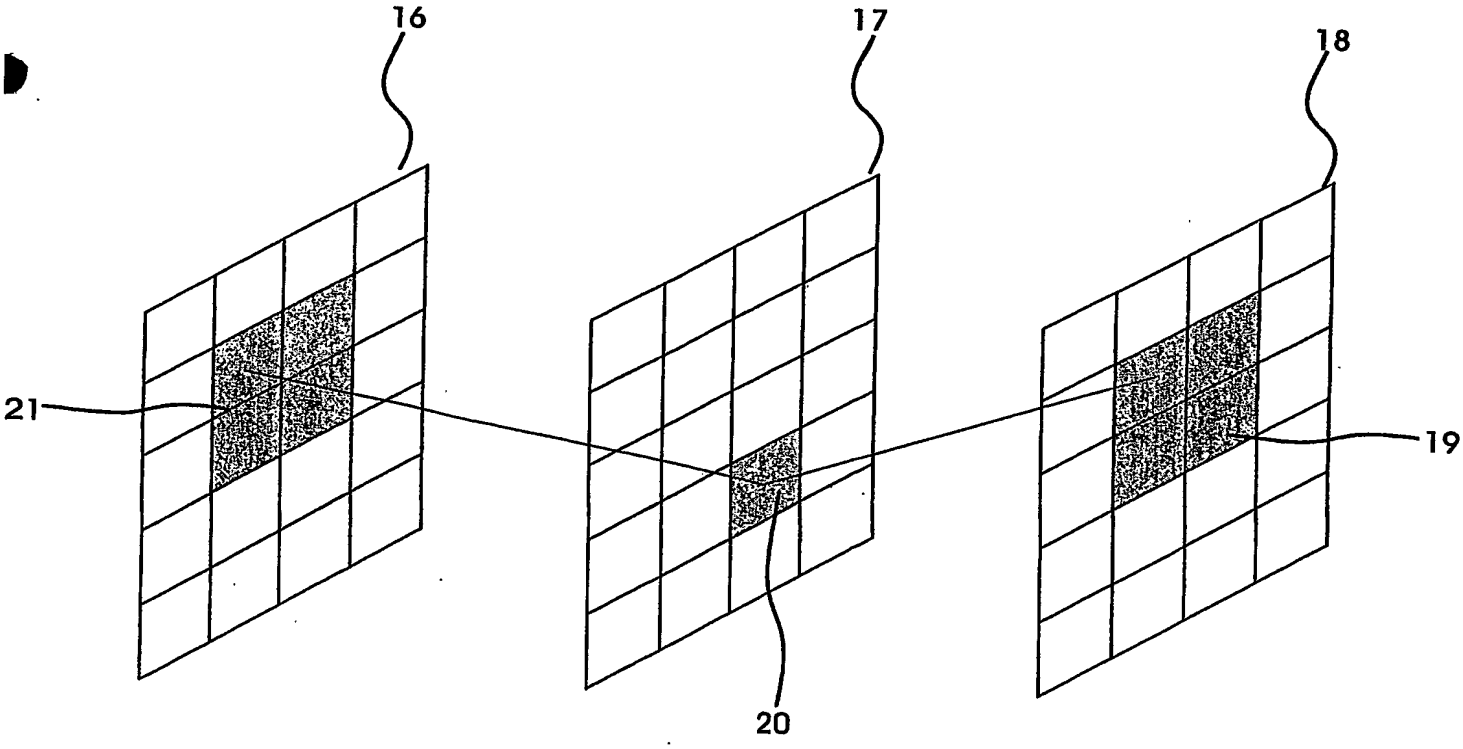


Fig 3

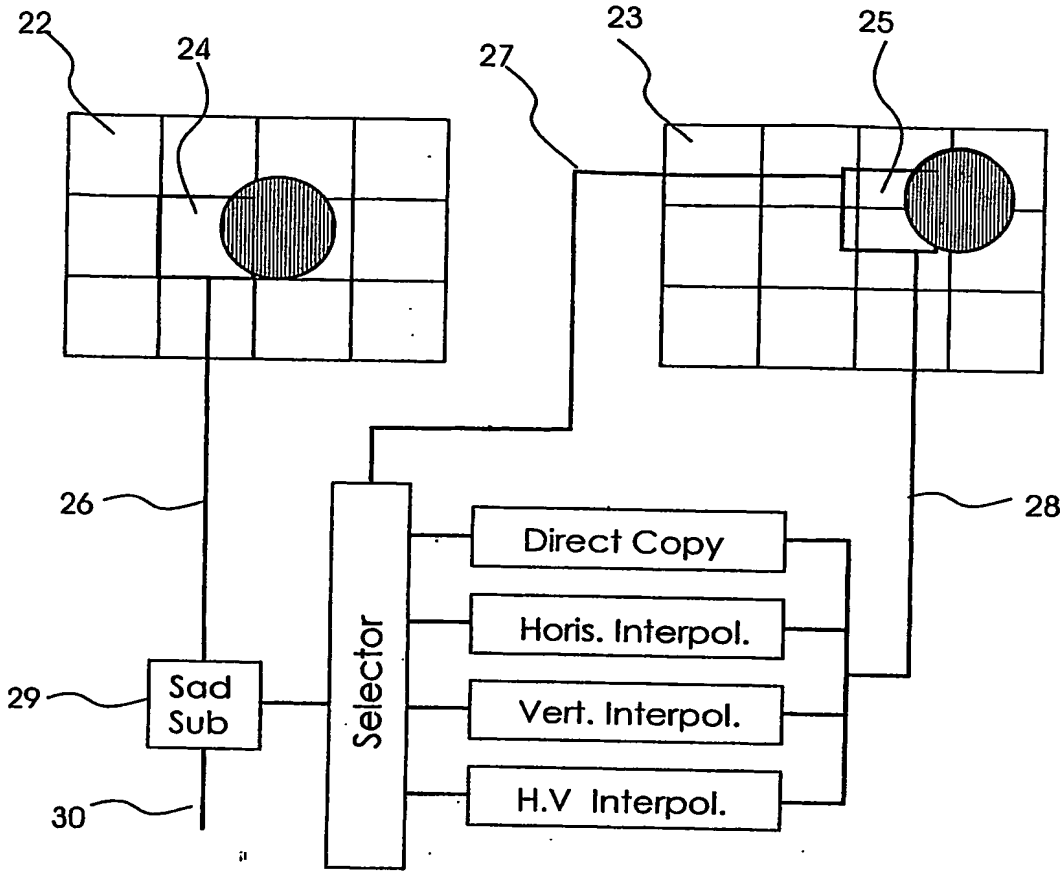

22
24
27
23
25
26
28
Direct Copy
Horis. Interpol.
Vert. Interpol.
H.V Interpol.
Selector
29
Sad
Sub
30

Fig 4

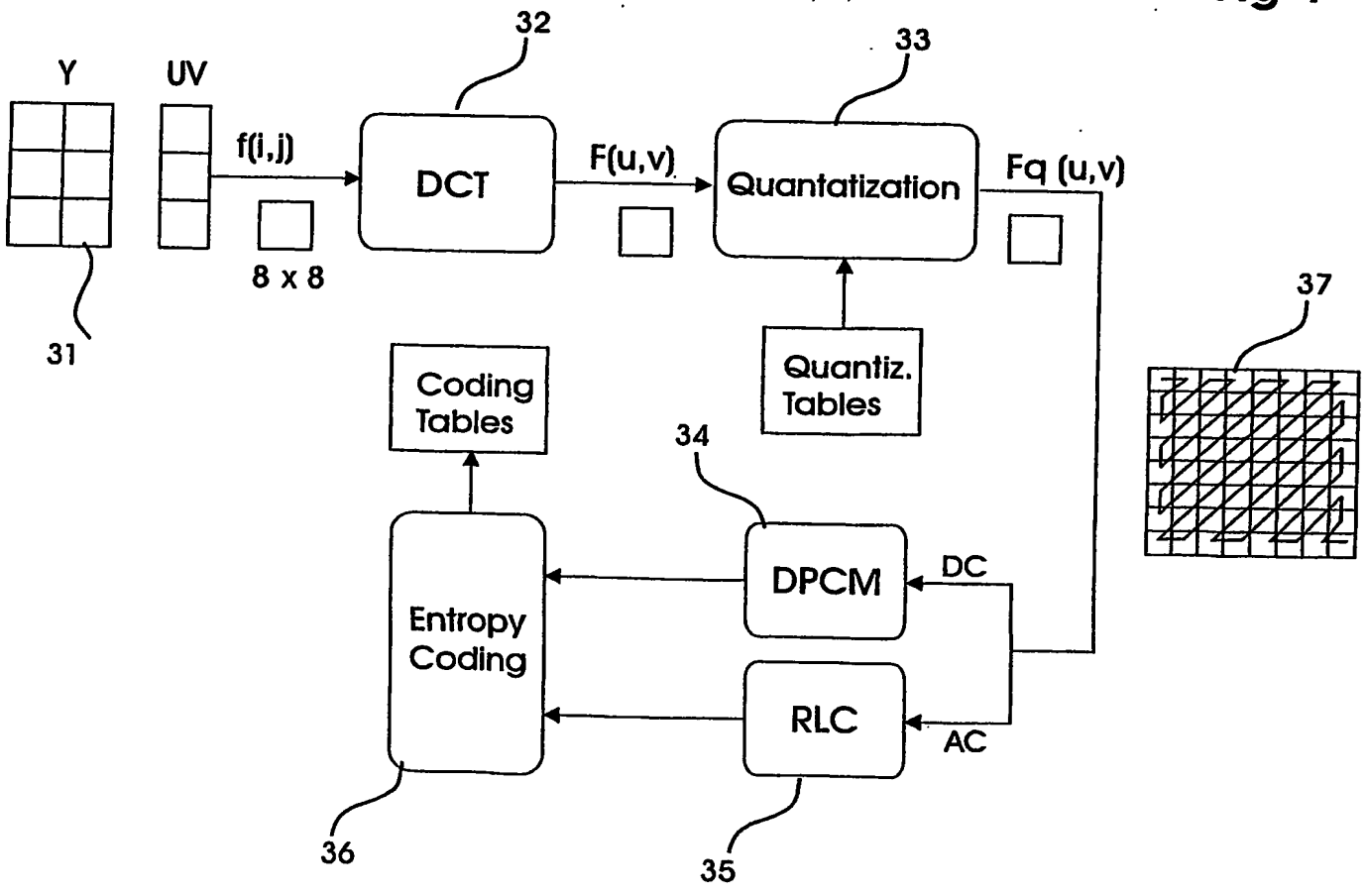

Y
UV
31
f(i,j)
8 x 8
32
DCT
F(u,v)
33
Quantatization
Fq (u,v)
Quantiz.
Tables
37
Coding
Tables
34
DPCM
DC
Entropy
Coding
RLC
AC
36
35

Fig 5

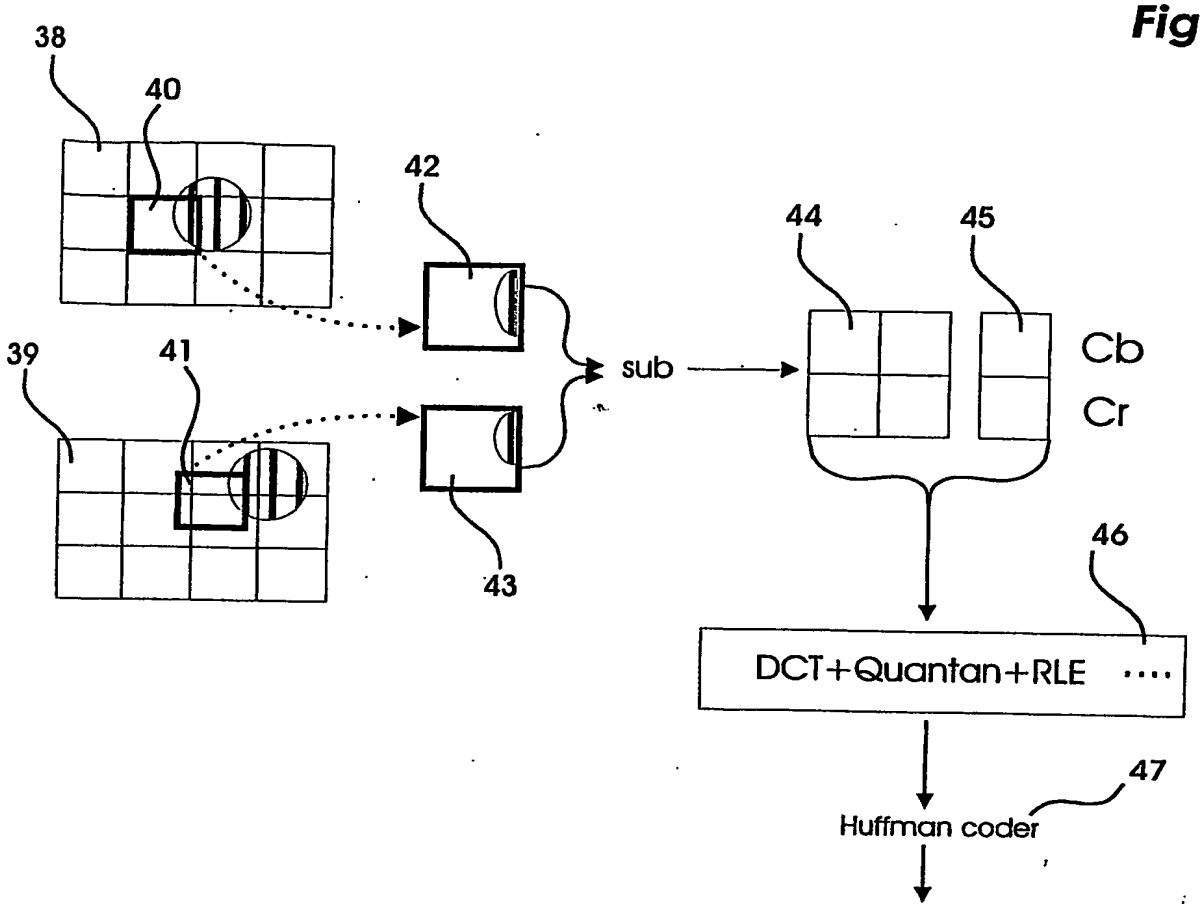

38
40
42
44
45
39
41
sub
Cb
Cr
43
46
DCT+Quantan+RLE ....
47
Huffman coder

Fig 6

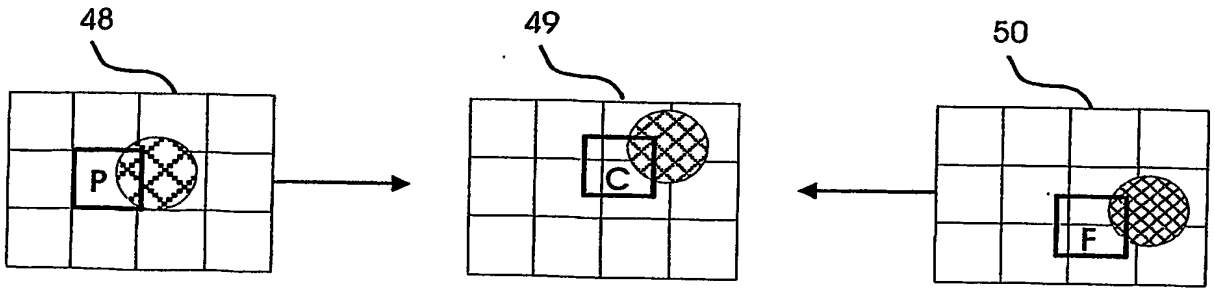

48
49
50
P
C
F

Fig 7

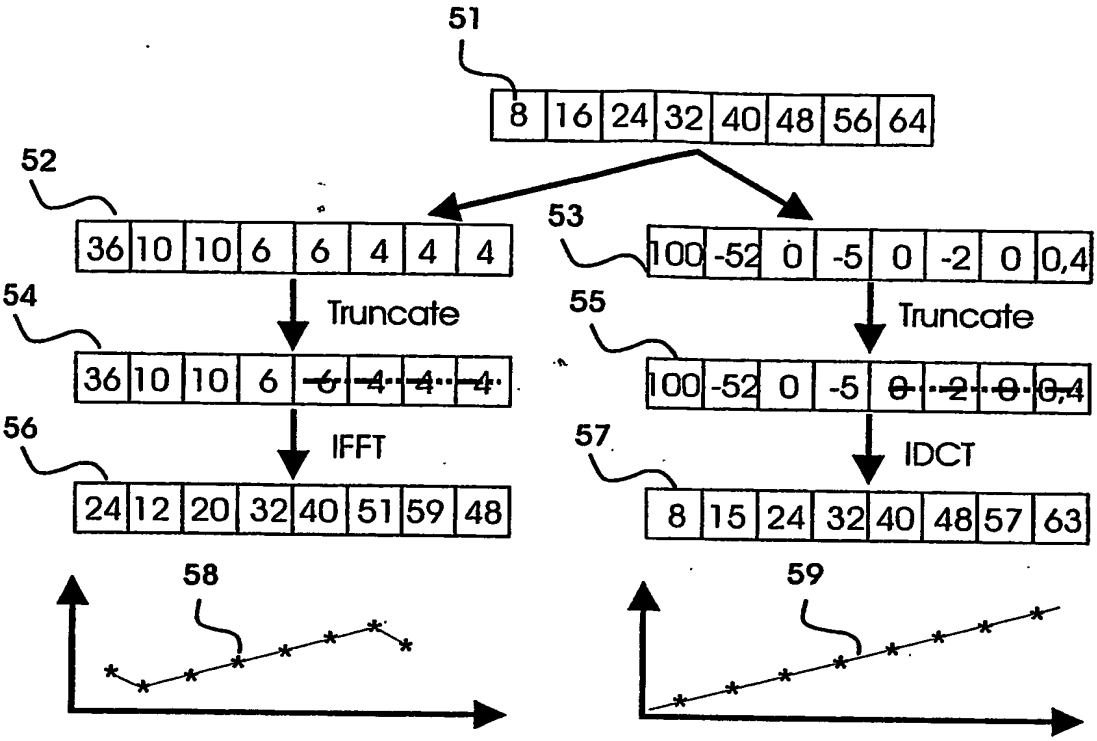

51
8 16 24 32 40 48 56 64
52
36 10 10 6 6 4 4 4
53
100 -52 0 -5 0 -2 0 0,4
Truncate
Truncate
54
36 10 10 6 -6 -4 -4 -4
55
100 -52 0 -5 0 -2 0 0,4
IFFT
IDCT
56
24 12 20 32 40 51 59 48
57
8 15 24 32 40 48 57 63
58
59

Fig 8

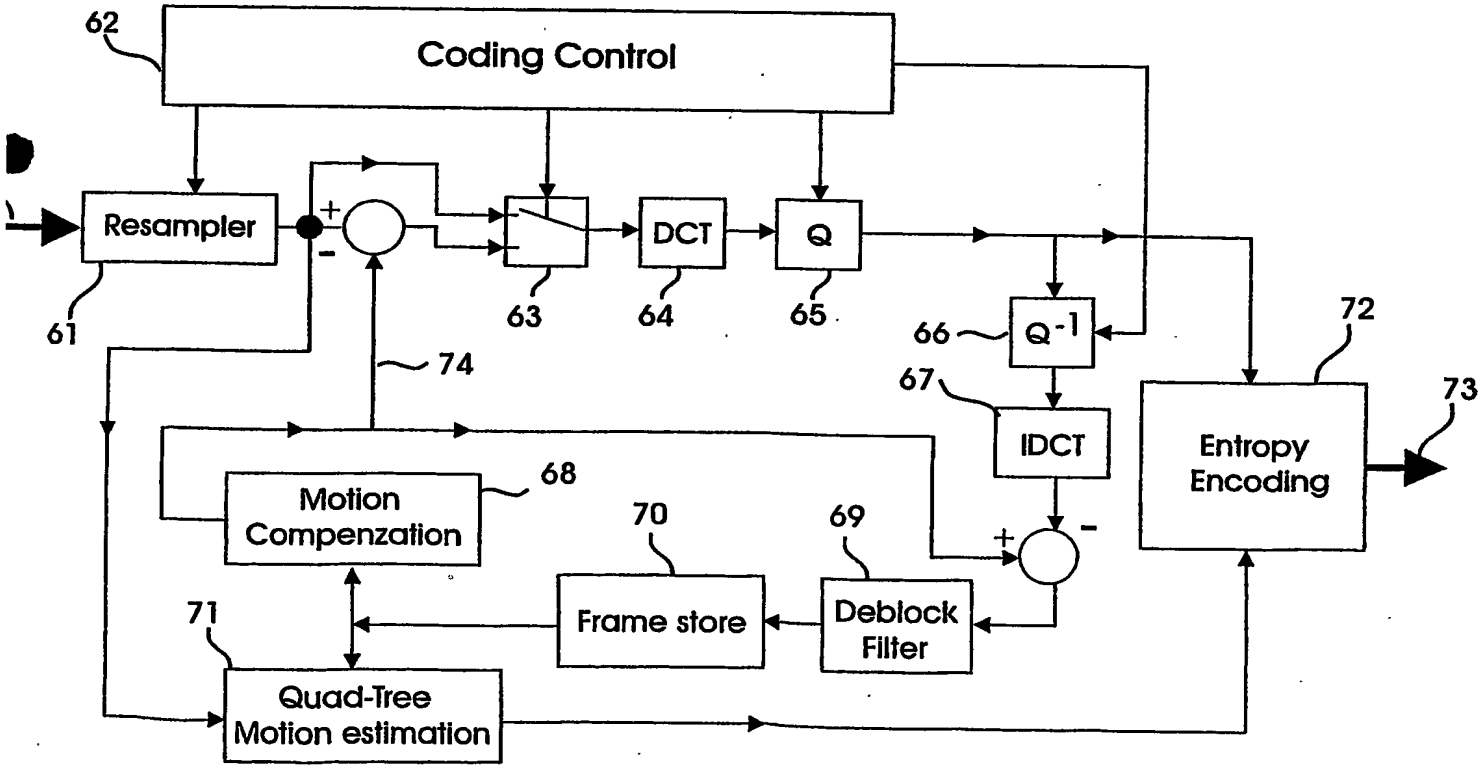

62
Coding Control
Resampler
61
+
-
63
DCT
64
Q
65
66
Q-1
67
IDCT
72
Entropy Encoding
73
74
Motion Compenzation
68
70
Frame store
69
Deblock Filter
71
Quad-Tree Motion estimation

Fig 9

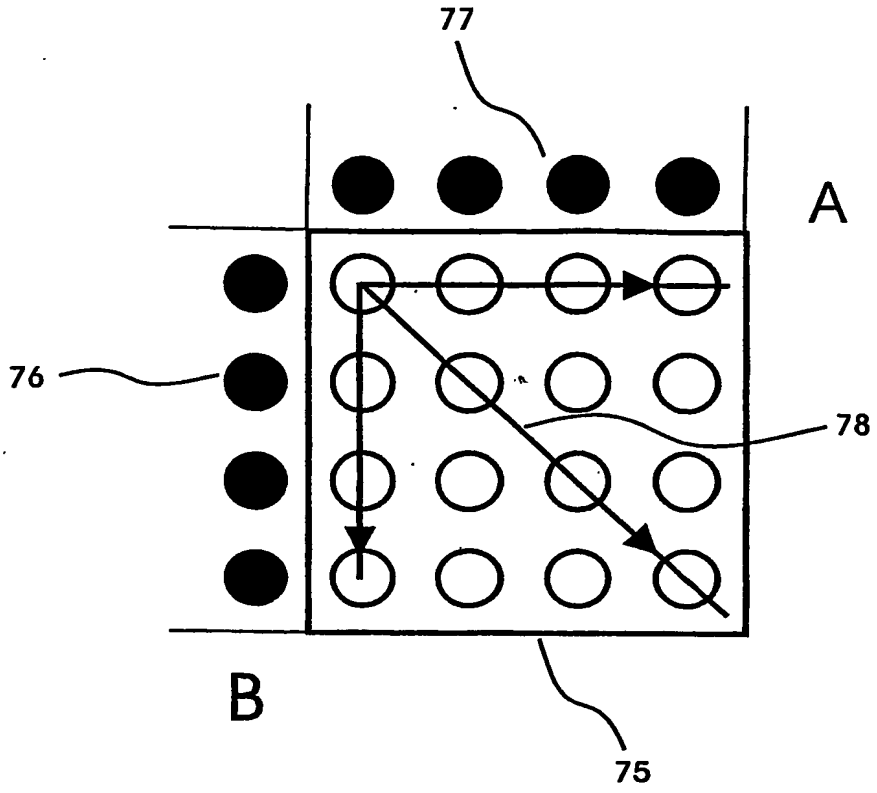
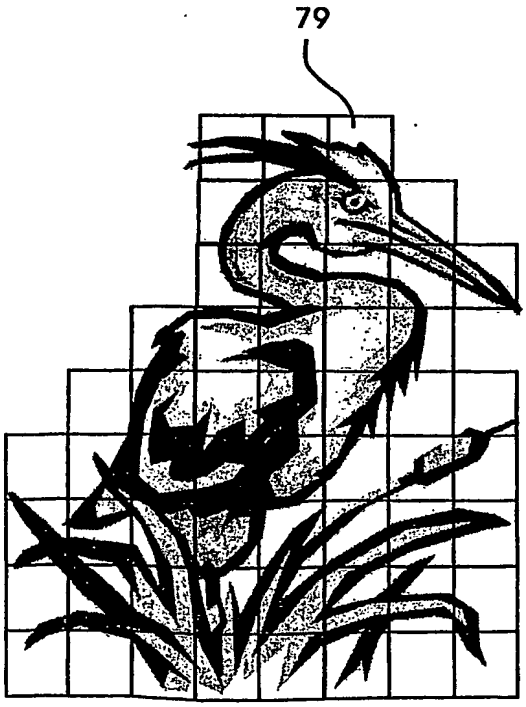


Fig 10



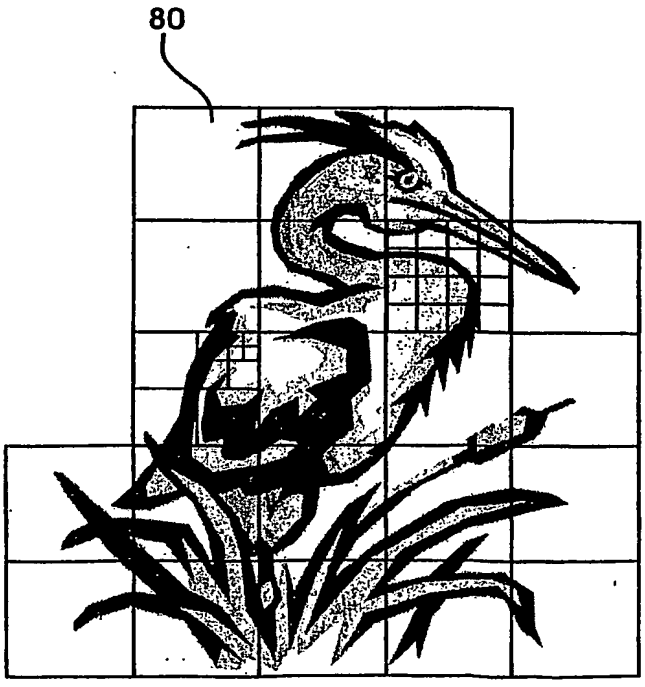


Fig 11

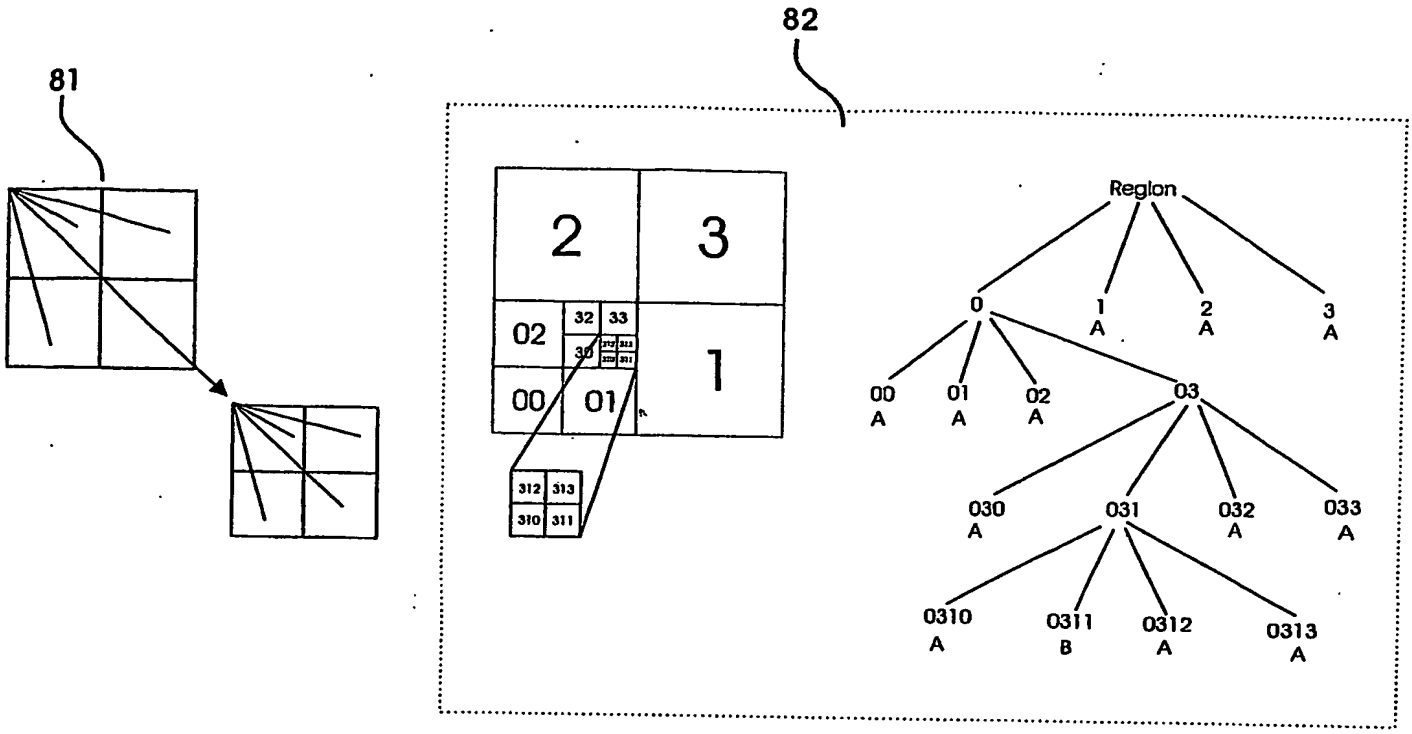

81
82
2
3
02
32
33
30
1
00
01
312
313
310
311
Region
0
1
A
2
A
3
A
00
A
01
A
02
A
03
030
A
031
032
A
033
A
0310
A
0311
B
0312
A
0313
A

Fig 12

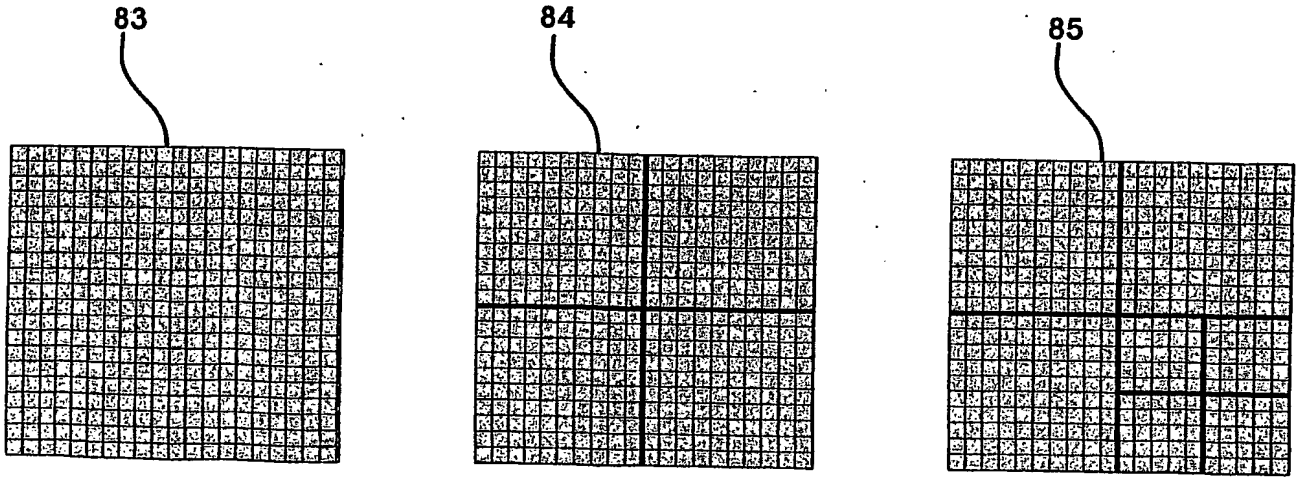

83
84
85

Fig 13a

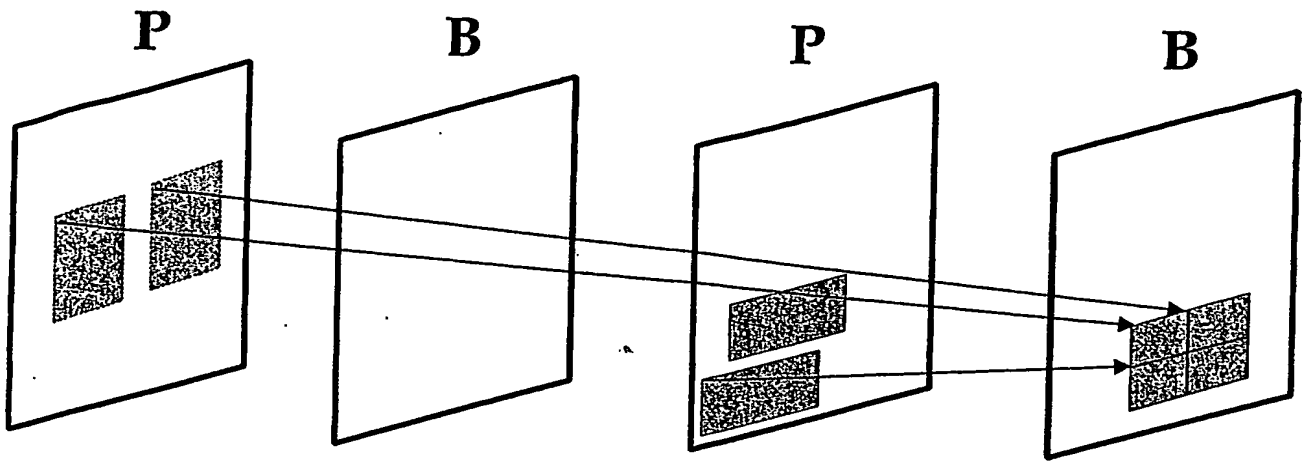


Fig 13b

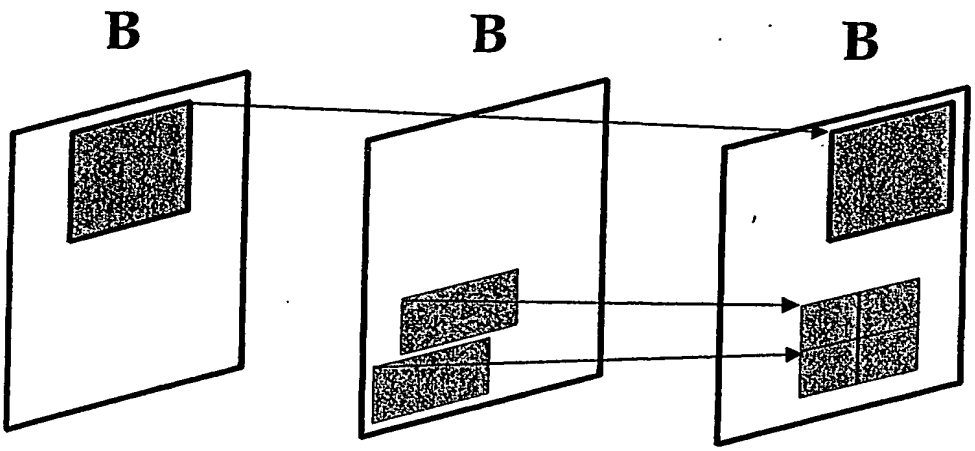


Fig 13c

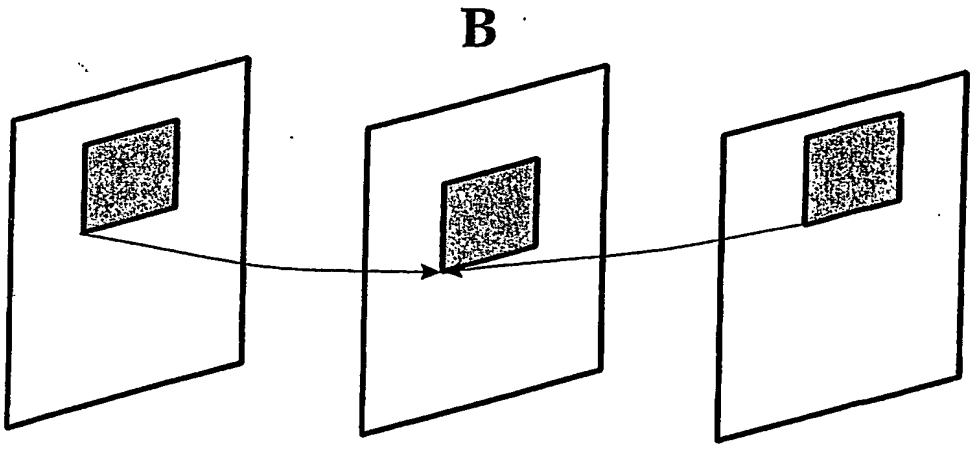


Fig 14 a

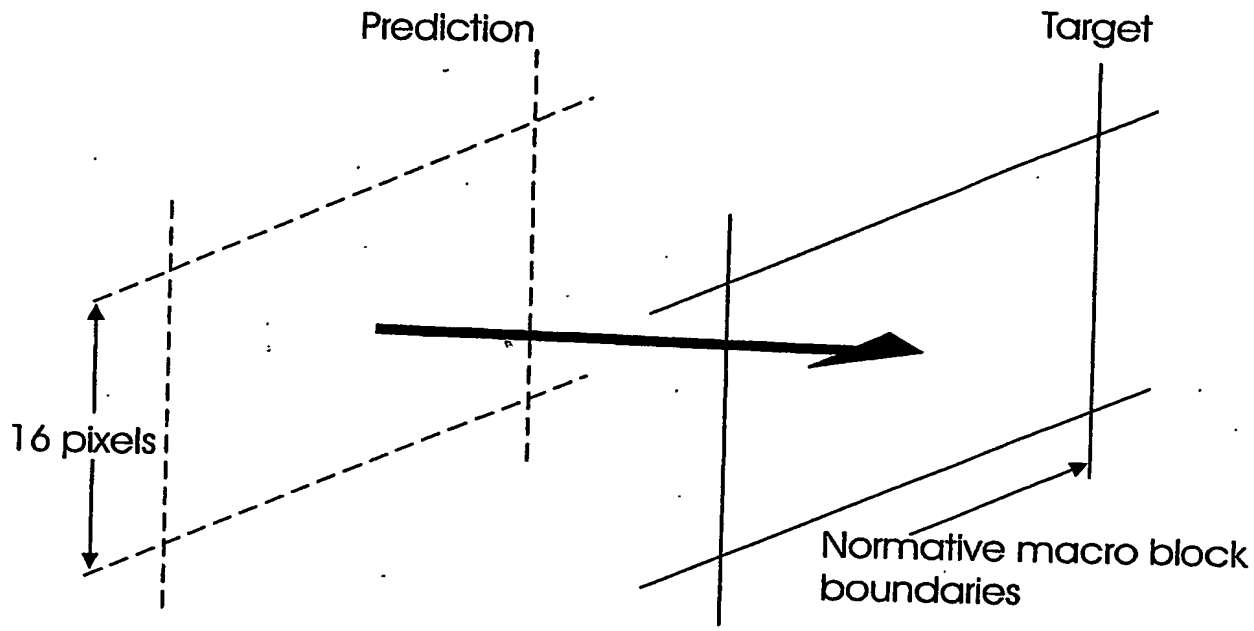


Fig 14 b

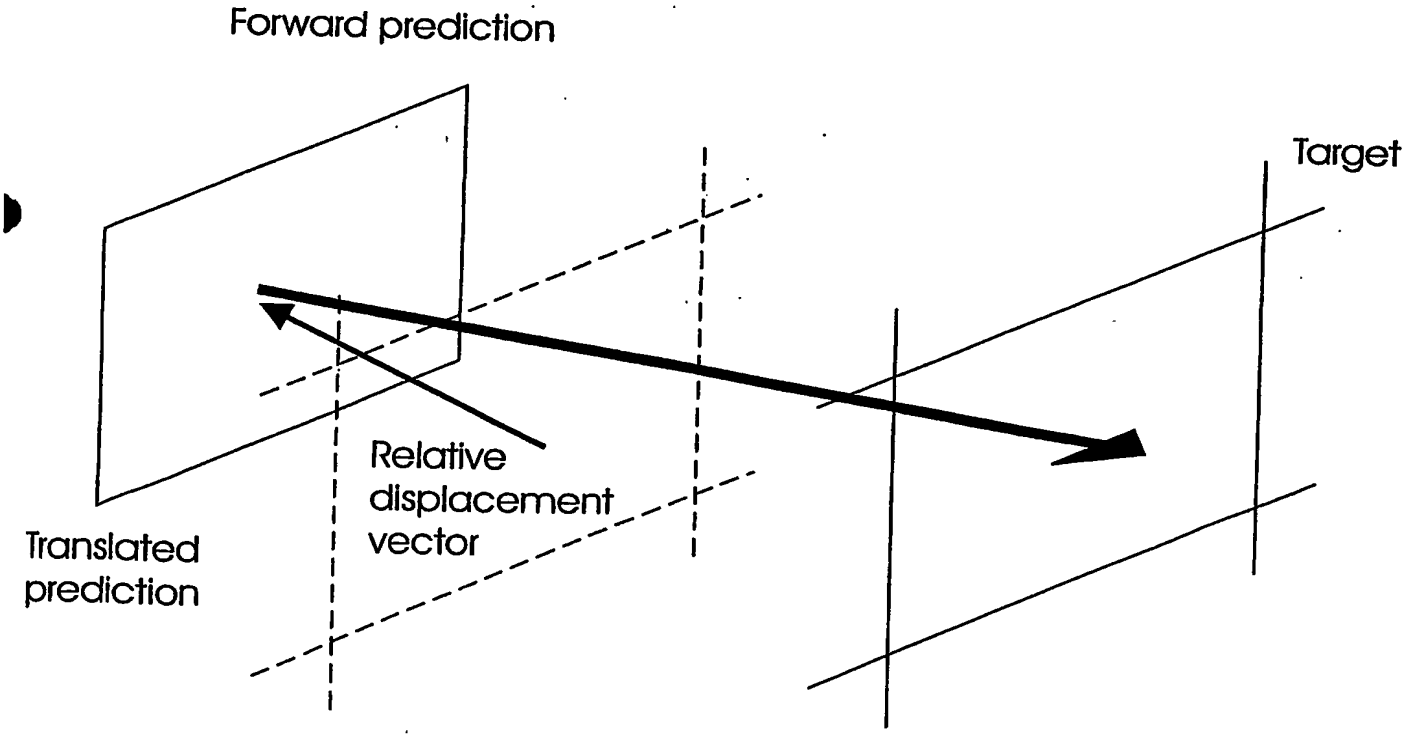


Fig 15

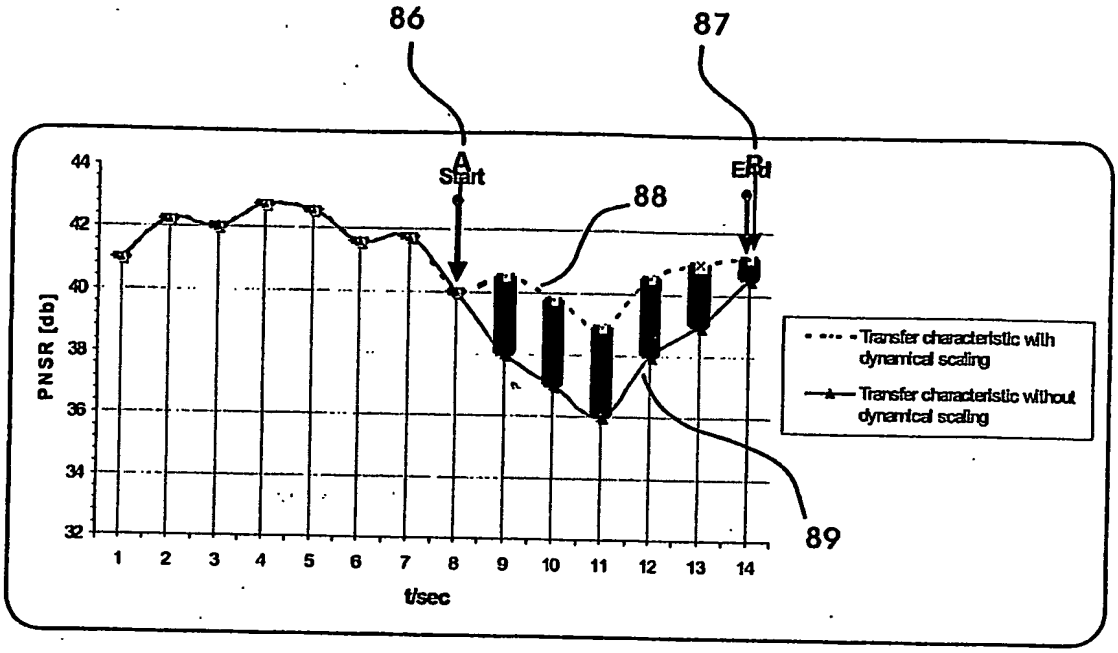

86
87
A
Start
B
End
88
89
PNSR [db]
44
42
40
38
36
34
32
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
t/sec
Transfer characteristic with dynamical scaling
Transfer characteristic without dynamical scaling

Fig 16

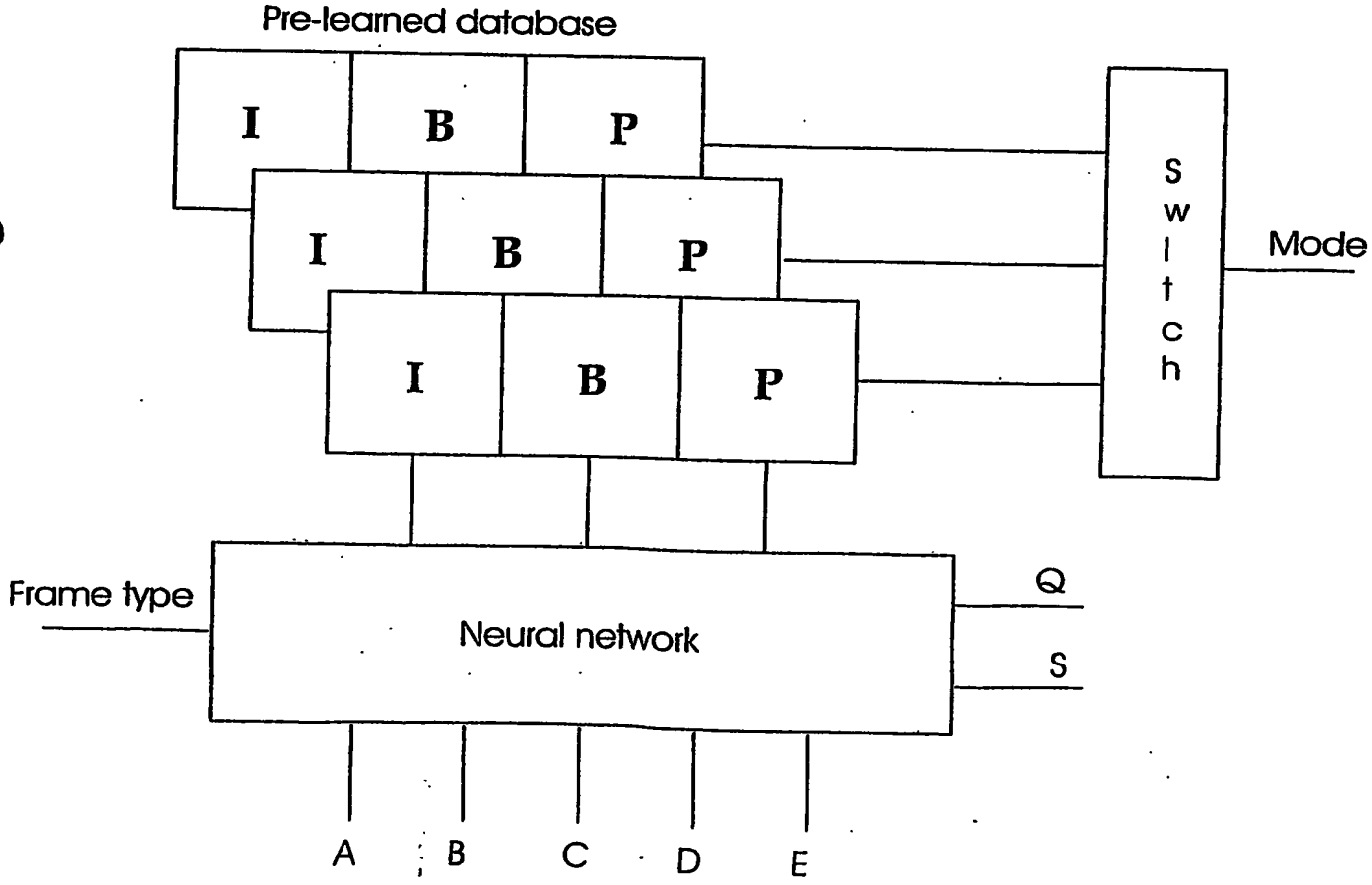

Pre-learned database
I
B
P
I
B
P
I
B
P
Switch
Mode
Frame type
Neural network
Q
S
A
B
C
D
E

Fig 17

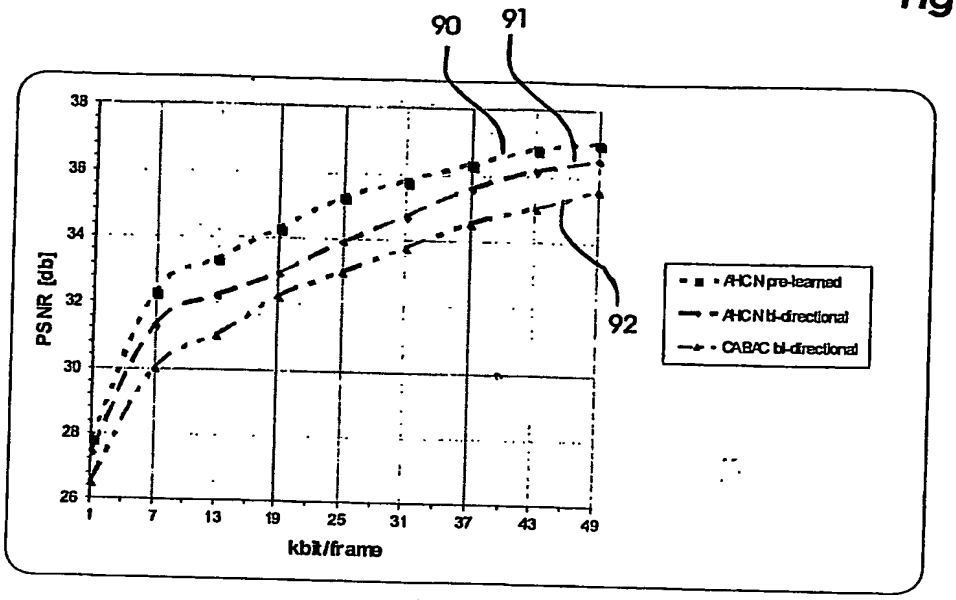

90
91
92
PSNR [db]
38
36
34
32
30
28
26
1
7
13
19
25
31
37
43
49
kbit/frame
AHCN pre-learned
AHCN bi-directional
CABAC bi-directional

Fig 18

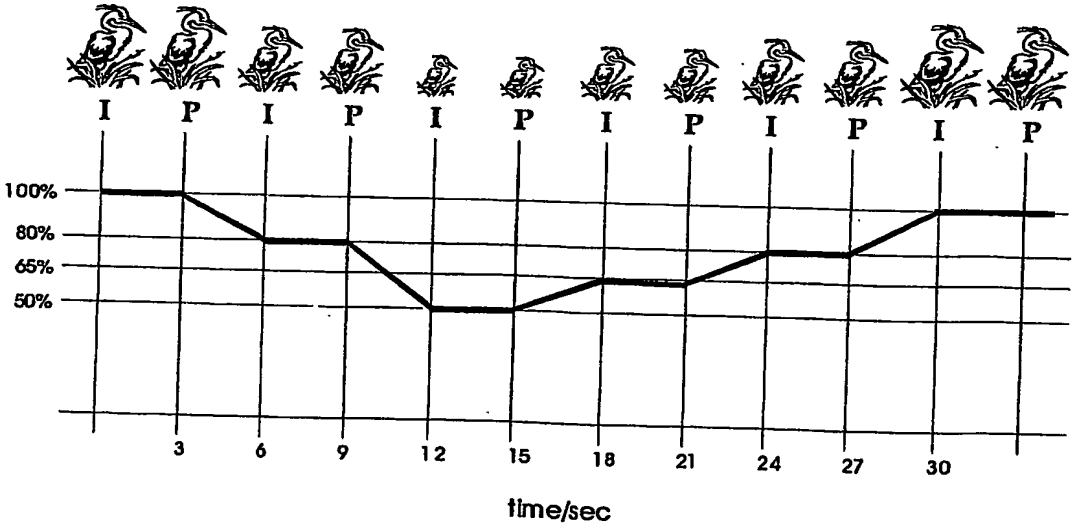

I
P
I
P
I
P
I
P
I
P
I
P
100%
80%
65%
50%
3
6
9
12
15
18
21
24
27
30
time/sec

Fig 19

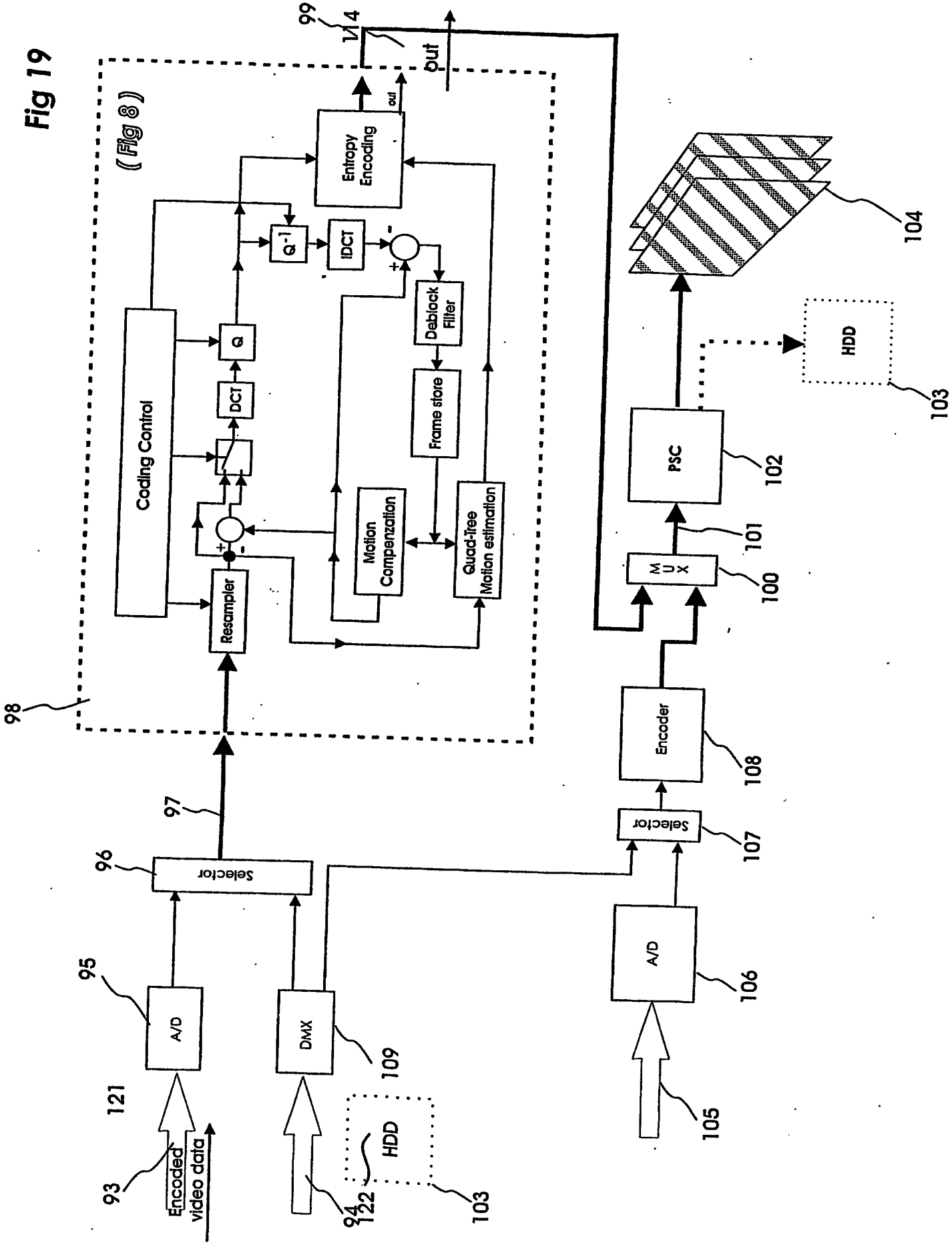

((Fig 8))
98
99
out
Entropy Encoding
Q⁻¹
IDCT
Deblock Filter
Frame store
Motion Compenzation
Quad-tree Motion estimation
Coding Control
Q
DCT
Resampler
97
96
Selector
95
A/D
121
93
Encoded video data
DMX
109
94
122
HDD
103
A/D
106
105
Selector
107
Encoder
108
MUX
100
101
PSC
102
HDD
103
104

Fig 20

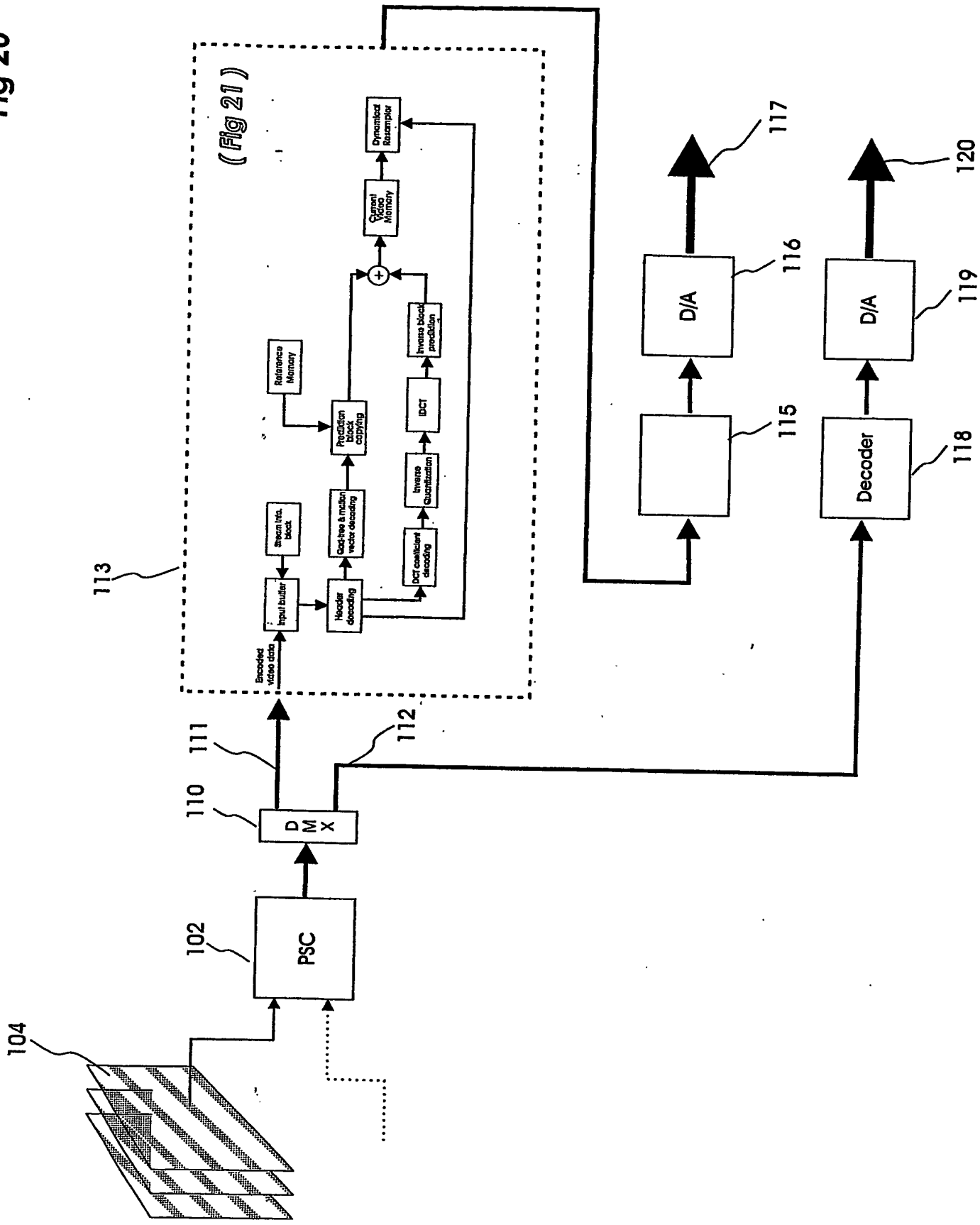
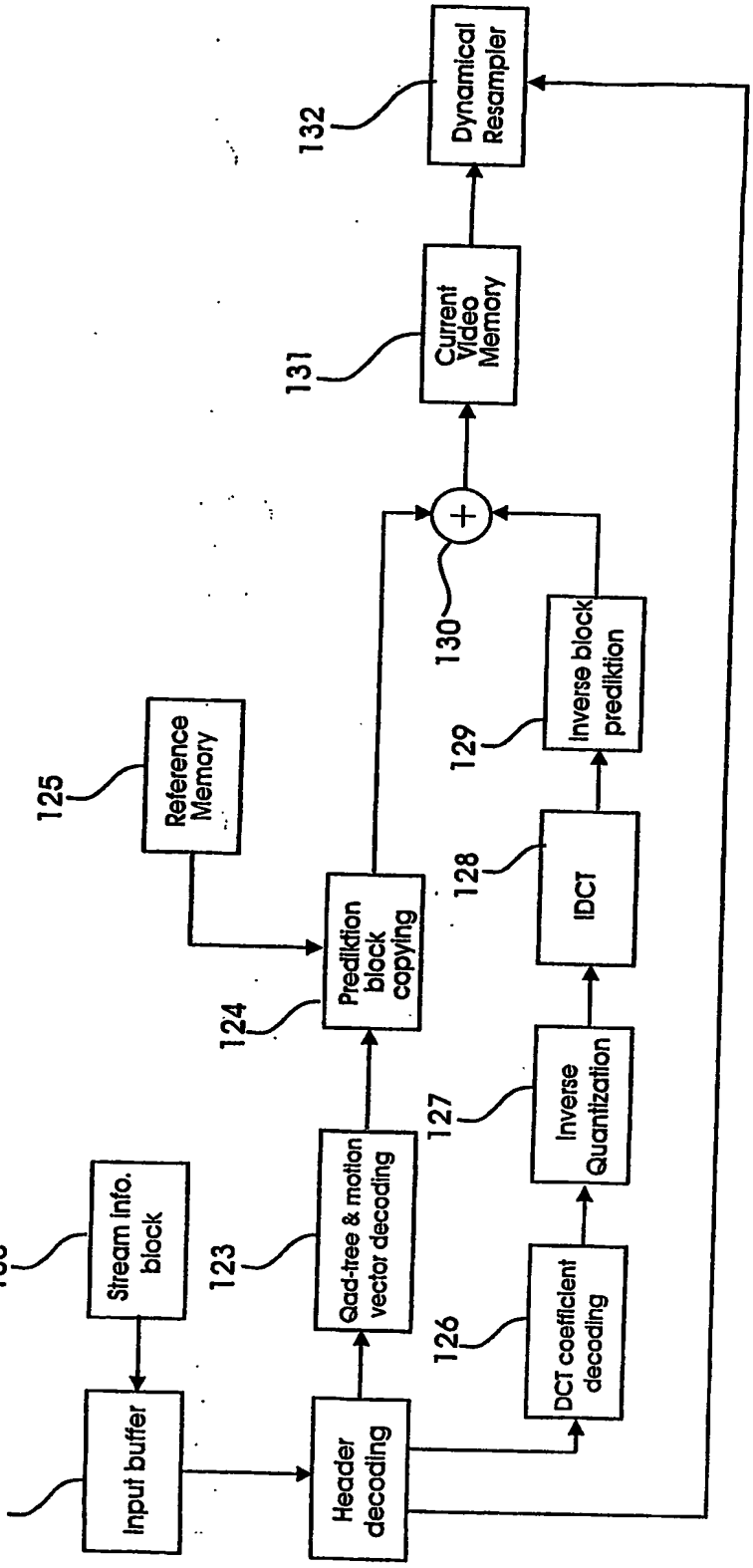

104
102
PSC
110
D
M
X
111
112
113
(Fig 21)
Encoded video data
Input buffer
Stream Info. block
Header decoding
Code-free & motion vector decoding
DCT coefficient decoding
Inverse Quantization
IDCT
Inverse block prediction
Prediction block copying
Reference Memory
Current Video Memory
Dynamical Resampler
115
D/A
116
117
Decoder
118
D/A
119
120

Fig 21


Input buffer
Stream info. block
133
Header decoding
Qad-tree & motion vector decoding
123
DCT coefficient decoding
126
Inverse Quantization
127
IDCT
128
Inverse block prediktion
129
130
Prediktion block copying
124
Reference Memory
125
Current Video Memory
131
Dynamical Resampler
132